

Aus dem Departement für Nutztiere der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich
(Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun)

**Untersuchungen über das Fressen und Wiederkauen von Kühen mit Hilfe
eines Drucksensors im Halfter**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

vorgelegt von
Luzia Maria Trösch
Tierärztin
von Vaz/Obervaz GR

genehmigt auf Antrag von
Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun, Referent
Prof. Dr. A. Liesegang, Korreferentin

Zürich, 2013
Zentralstelle der Studentenschaft

Meinen lieben Eltern, meinem Freund Adrian und meinem Bruder

INHALTSVERZEICHNIS

1. ZUSAMMENFASSUNG	5
2. SUMMARY	6
3. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG	7
4. LITERATURÜBERSICHT	9
4.1. Fressgewohnheiten	9
4.2. Zirkadianer Rhythmus	9
4.3. Fressen	10
4.3.1. Einflussfaktoren auf die Futteraufnahme	12
4.4. Wiederkauen	14
4.4.1. Kieferbewegungen beim Wiederkauen	17
4.4.2. Einflussfaktoren auf das Wiederkauen	18
4.5. Störungen des Wiederkauens und Fressens	19
4.5.1. Pseudowiederkauen	21
4.5.2. Leerkauen	22
4.6. Messmethoden zur Erfassung der Fress- und Wiederkauaktivität	22
5. MATERIAL UND METHODIK	25
5.1. Tiere	25
5.1.1. Gruppe A: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen während 24 Stunden	25
5.1.2. Gruppe B: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen während 5 Tagen	25
5.1.3. Gruppe C: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen nach linksseitiger Labmagenverlagerung	26
5.2. Klinische Voruntersuchung	26
5.2.1. Untersuchung der Blutproben	27
5.2.2. Untersuchung der Harnproben	27
5.2.3. Untersuchung von Pansensaft	27
5.3. Haltung und Fütterung der Tiere	28
5.4. Methodik der Untersuchung	28
5.4.1. Untersuchungshalter	28
5.4.2. Druckverläufe	30
5.4.3. Videokamera	30
5.4.4. Zeitlicher Ablauf der Untersuchungen	31
5.4.5. Eigentliche Untersuchungen	31
5.4.5.1. Gruppe A: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen während 24 Stunden	31
5.4.5.2. Gruppe B: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen während 5 Tagen	31

5.4.5.3. Gruppe C: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen nach linksseitiger Labmagenverlagerung	32
5.4.6. Auswertung	32
5.4.6.1. Auswertung Gruppe A	32
5.4.6.2. Auswertung Gruppe B	33
5.4.6.3. Auswertung Gruppe C	33
5.5. Statistik	33
5.6. Tierversuchsbewilligung	34
5.7. Zusammenarbeit mit anderen Instituten und Abteilungen der Universität Zürich	34
6. ERGEBNISSE	35
6.1. Klinische Befunde	35
6.1.1. Gruppe A: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen während 24 Stunden	35
6.1.2. Gruppe B: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen während 5 Tagen	35
6.1.3. Gruppe C: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen nach linksseitiger Labmagenverlagerung	35
6.1.4. Hämatologische und biochemische Blutbefunde der Gruppe C	36
6.1.5. Harnbefunde der Gruppe C	36
6.1.6. Pansensaftbefunde der Gruppe C	37
6.2. Wägung des Futters	37
6.3. Gruppe A: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen während 24 Stunden	37
6.3.1. Fressen	37
6.3.1.1. Druckaufzeichnungen beim Fressen	37
6.3.1.2. Gesamtdauer des Fressens	38
6.3.1.3. Anzahl und Dauer der Fressphasen	38
6.3.2. Wiederkauen	40
6.3.2.1. Druckaufzeichnungen beim Wiederkauen	40
6.3.2.2. Gesamtdauer des Wiederkauens	40
6.3.2.3. Anzahl und Dauer der Wiederkauphasen	41
6.3.2.4. Wiederkauboli und Kauschläge beim Wiederkauen	41
6.3.3. Ruhen	42
6.3.3.1. Druckaufzeichnungen beim Ruhen oder bei anderen Aktivitäten	42
6.3.3.2. Gesamtdauer des Ruhens	44
6.3.3.3. Anzahl und Dauer der Ruhephasen	44
6.3.4. Korrelationen zwischen Loggeraufzeichnung und Direktbeobachtung	45
6.4. Gruppe B: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen während 5 Tagen	47
6.4.1. Fressen	47
6.4.1.1. Gesamtdauer des Fressens	47
6.4.1.2. Anzahl und Dauer der Fressphasen	47

6.4.2. Wiederkauen	48
6.4.2.1. Gesamtdauer des Wiederkauens	48
6.4.2.2. Anzahl und Dauer der Wiederkauphasen	48
6.4.2.3. Wiederkauboli und Kauschläge beim Wiederkauen	49
6.4.3. Ruhen	50
6.4.3.1. Gesamtdauer des Ruhens	50
6.4.3.2. Anzahl und Dauer der Ruhephasen	50
6.5. Gruppe C: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen nach linksseitiger Labmagenverlagerung	51
6.5.1. Fressen	51
6.5.1.1. Gesamtdauer des Fressens	51
6.5.1.2. Anzahl und Dauer der Fressphasen	51
6.5.2. Wiederkauen	52
6.5.2.1. Gesamtdauer des Wiederkauens	52
6.5.2.2. Anzahl und Dauer der Wiederkauphasen	52
6.5.2.3. Wiederkauboli und Kauschläge beim Wiederkauen	53
6.5.3. Ruhen	54
6.5.3.1. Gesamtdauer des Ruhens	54
6.5.3.2. Anzahl und Dauer der Ruhephasen	54
6.6. Vergleich zwischen den gesunden und den an linksseitiger Labmagenverlagerung erkrankten Kühen	55
6.6.1. Fressen	55
6.6.1.1. Gesamtdauer des Fressens	55
6.6.1.2. Anzahl und Dauer der Fressphasen	55
6.6.2. Wiederkauen	57
6.6.2.1. Gesamtdauer des Wiederkauens	57
6.6.2.2. Anzahl und Dauer der Wiederkauphasen	57
6.6.2.3. Wiederkauboli und Kauschläge beim Wiederkauen	59
7. DISKUSSION	63
7.1. Beurteilung der Wägung des Futters	63
7.2. Beurteilung des Untersuchungshalters	63
7.3. Beurteilung der Druckverläufe	63
7.4. Gruppe A: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen während 24 Stunden	65
7.4.1. Beurteilung der Beobachtungen	65
7.4.2. Vergleichende Beurteilung der Loggeraufzeichnung und der Direktbeobachtung	65
7.5. Gruppe B: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen während 5 Tagen	66
7.5.1. Anzahl und Dauer der einzelnen Wiederkau-, Fress- und Ruhephasen	66
7.5.2. Gesamtdauer des Wiederkauens, Fressens und Ruhens	67
7.5.3. Wiederkauboli und Kauschläge beim Wiederkauen	68
7.5.4. Beurteilung der Videoüberwachung	68

7.6. Gruppe C: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen nach linksseitiger Labmagenverlagerung	69
7.6.1. Anzahl und Dauer der einzelnen Wiederkau-, Fress- und Ruhephasen	69
7.6.2. Gesamtdauer des Wiederkauens, Fressens und Ruhens	69
7.6.3. Wiederkauboli und Kauschläge beim Wiederkauen	70
7.7. Vergleich zwischen den gesunden und den an linksseitiger Labmagenverlagerung erkrankten Kühen	70
7.7.1. Anzahl und Dauer der Wiederkau-, Fress- und Ruhephasen	70
7.7.2. Gesamtdauer des Wiederkauens, Fressens und Ruhens	71
7.7.3. Wiederkauboli und Kauschläge beim Wiederkauen	71
7.8. Schlussbemerkungen	72
8. LITERATURVERZEICHNIS	73
9. LEBENSLAUF	86
10. DANKSAGUNG	87
11. ANHANG	89

1. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wurden das Fressen und Wiederkauen von Kühen mittels eines druckempfindlichen Sensors erfasst, der auf der Oberseite eines Halfters montiert war und die Kieferbewegungen der Kühe registrierte. Die mit Hilfe dieser Methode erfassten Werte wurden mit denjenigen verglichen, die mittels Direktbeobachtung erhoben wurden. Im ersten Versuch wurden 10 gesunde Kühe (Gruppe A) mit dem Messhalter versehen und über 24 Stunden beobachtet. Die Ergebnisse der Loggeraufzeichnung wurden mit den Ergebnissen der Direktbeobachtung verglichen. Im zweiten Versuch wurden bei 10 gesunden Kühen (Gruppe B) Normalwerte für die Fress- und Wiederkaudauer über 5 Tage ermittelt. Die Kühe wurden während der gesamten Versuchsperiode mit einer Videokamera gefilmt, damit unklare Geräteaufzeichnungen retrospektiv am Video beurteilt werden konnten. Diese Gruppe diente auch als Kontrollgruppe für den dritten Versuch. In diesem wurden bei 10 Kühen mit einer linksseitigen Labmagenverlagerung (Gruppe C) die Futteraufnahme und das Wiederkauen nach der Operation untersucht. Auch diese Kühe wurden während der gesamten Versuchsperiode gefilmt. Der Vergleich von Direktbeobachtung und Loggeraufzeichnung ergab eine sehr gute Übereinstimmung. Die gesamte Wiederkaudauer der an linksseitiger Labmagenverlagerung erkrankten Kühe nahm vom Tag 1 post operationem (378 ± 116.21 Minuten) bis zum Tag 5 (501.4 ± 71.43 Minuten) signifikant zu. Ebenfalls stieg die Anzahl Kauschläge pro Bolus und pro Tag bei diesen Kühen im Verlauf der Untersuchungsperiode signifikant an. Beim Vergleich der gesunden Kühe (Gruppe B) mit denjenigen nach Labmagenoperation (Gruppe C) zeigte es sich, dass die gesunden Kühe signifikant mehr Kauschläge pro Bolus und pro Tag als die operierten (Differenz $P < 0.05$) aufwiesen.

2. SUMMARY

The purpose of this study was to quantify the amount of time cows spend eating and ruminating. This was achieved by fitting cows with a special recording halter that contained a pressure transducer in its upper part to register jaw movement. The recordings from this transducer were compared with the jaw movement obtained by direct observation. In experiment 1, ten cows fitted with the recording halter (group A) were observed for 24 hours. This served to ensure that the recordings from the data logger were accurate. In experiment 2, ten cows fitted with a recording halter were filmed continuously with a video camera during five days (group B) to establish reference values for the amount of time spent eating and rumination. The purpose of the video film was to create a continuous documentation of the chewing events to clarify possible ambiguous transducer recordings. Cows of group B served as controls for experiment 3, in which ten cows fitted with a recording halter were observed and filmed continuously for five days after surgical correction of left displacement of the abomasum via standing right-flank laparotomy (group C). There was very good agreement between feeding and ruminating times obtained by direct observation and recordings from the data logger. The total daily duration of rumination increased significantly from 378 ± 116.21 minutes on day 1 postoperatively to 501.4 ± 71.43 minutes on day 5 postoperatively. The number of chews per bolus and per day also increased significantly during the postoperative observation period. The healthy cows (group B) had significantly more number of chews per regurgitated bolus and per day than cows of group C ($P < 0.05$).

3. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

Das Wiederkauen setzt stets ein Mindestmass an Wohlbefinden voraus (KASKE, 2005). Aufregung und Stress (HERSKIN et al., 2004), Angstzustände (BRISTOW und HOLMES, 2007) und Krankheiten (WELCH, 1982; HANSEN et al., 2003) wirken stark hemmend auf das Wiederkauen. Somit stellt das Wiederkauen einen guten Indikator für die Gesundheit eines Tieres dar (KASKE, 2005). Die Laufstallhaltung hat in den letzten Jahren zugenommen und die Überwachung der Kühe in Bezug auf Fressen und Wiederkauen ist deutlich schwieriger als in der Anbindehaltung. Zudem ist die Erfassung dieser Vorgänge durch Direktbeobachtung äusserst aufwendig. Deshalb wurden in der Vergangenheit verschiedene Verfahren (STOBBS und COWPER, 1972; LUGINBUHL et al., 1987; MATSUI und OKUBO, 1991; DADO und ALLEN, 1993) zur Untersuchung der Fress- und Wiederkauaktivität entwickelt und eingesetzt. Diese wiesen jedoch oft mehrere technische limitierende Faktoren auf oder störten das Tier in seinem natürlichen Verhalten. Eine neuere Entwicklung zur Erfassung der Kauschläge stellen akustische Sensoren dar. Damit werden Geräusche, welche durch die Regurgitation der Boli und die Kieferbewegungen während des Wiederkauens erzeugt werden, über ein Mikrophon erfasst (SCHIRMAN et al., 2009; LINDGREN, 2009). Ein Nachteil dieser Methode besteht darin, dass nur die Wiederkauaktivität erfasst werden kann. Die Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART) und die MSR Electronics GmbH haben ein neues Verfahren entwickelt, mit welchem die Wiederkau- und die Fressaktivität detailliert erfasst werden können. Es handelt sich dabei um ein handelsübliches Pferdehalfter mit einem druckempfindlichen Sensor, mit welchem die Kieferbewegungen der Kuh aufgezeichnet werden können. Die Methode erlaubt dem Landwirt, seine Kühe in Bezug auf Fressen und Wiederkauen zu überwachen und diese bei Störungen dieser Funktionen gezielt zu untersuchen oder tierärztliche Hilfe beizuziehen. In unserer Klinik geht es vor allem darum, bei Kühen mit verschiedenen Erkrankungen zu verifizieren, ob und wie oft eine Kuh Futter

aufnimmt und ob dieses normal wiedergekaut wird. Da SCHEIDEGGER (2008) seine Druckaufzeichnungsmethode nur bei zwei Kühen durch eine je dreistündige Direktbeobachtung überprüfte, war es das Ziel der vorliegenden Untersuchung, die Messmethode an 10 Kühen mit je 24-stündiger Direktbeobachtung genauer zu verifizieren. Bei 10 weiteren gesunden Kühen, die als Kontrolle dienten, wurden über 5 Tage Normalwerte erhoben, um die Kühe bezüglich ihrer Fress- und Wiederkauaktivität zu vergleichen. Zusätzlich wurde bei 10 Kühen mit einer Erkrankung des Gastrointestinaltrakts, als Beispiel wurde die linksseitige Labmagenverlagerung gewählt, geprüft, wie schnell die Futteraufnahme und das Wiederkauen nach der operativen Behandlung wieder aufgenommen werden.

4. LITERATURÜBERSICHT

4.1. Fressgewohnheiten

Mehr als 12 Stunden pro Tag verbringen Wiederkäuer mit Fressen und Wiederkauen. Dabei beträgt die Gesamtzahl von Kieferschlägen pro Tag beim Rind ca. 50'000 (WELCH und HOOPER, 1988). Ganztägig auf der Weide gehaltene Tiere fressen acht bis elf Stunden am Tag (METHLING und UNSHELM, 2002). Die Futteraufnahme erfolgt dabei meist im langsamen Gehen (RIST et al., 1992). Rinder einer Herde fressen oft gleichzeitig. Das synchronisierte Verhalten liegt an der Stimmungsübertragung (SAMBRAUS, 1978). Die Fressdauer verkürzt sich bei Stallhaltung gegenüber der Weidehaltung bedingt durch die Art des Futterangebots, wobei Kühe ungefähr fünf Stunden fressen (SAMBRAUS, 1978).

4.2. Zirkadianer Rhythmus

Die Futteraufnahme und das Wiederkauen unterliegen deutlichen zirkadianen Schwankungen. Rinder fressen hauptsächlich tagsüber, besonders in der Morgen- und Abenddämmerung (PETIT, 1972; WELCH und HOOPER, 1988). Bei warmen Temperaturen oder langen Nächten, insbesondere im Mondschein, verbringen die Rinder in der Nacht mehr Zeit mit dem Fressen (PETIT, 1972; RUCKEBUSCH und BUENO, 1978). Selbst bei Stallhaltung, wenn die Tiere das Futter vorgesetzt bekommen, ist die Futteraufnahme vom zirkadianen Rhythmus abhängig (METZ, 1975). Gemäss SENN et al. (1995) werden 85.8 % des Futters während der Lichtphase (4.30 bis 22.00 Uhr) gefressen. In diesem Zeitraum können zwei Hauptperioden der Fressaktivität beobachtet werden, je eine am Morgen (8 bis 13 Uhr) und am Nachmittag (13 bis 17 Uhr). In der Studie von RAY und ROUBICEK (1971) übten die managementbedingten Fütterungszeiten von in Feedlots gehaltenen männlichen Rindern keinen Einfluss auf das Futteraufnahmeverhalten der Tiere aus. Dabei wirkten als primäre Zeitgeber für die Futteraufnahme der Sonnenauf- und -untergang und nicht die Fütte-

rungszeit. Im Gegensatz dazu ist nach TOLKAMP et al. (2000) der zirkadiane Rhythmus im Futteraufnahmeverhalten eng mit der Vorlage von frischem Futter verbunden. Neben der täglichen Fütterung spielen weitere Managementfaktoren eine wichtige Rolle (TOLKAMP et al., 2000). Das Wiederkauen findet im Gegensatz zum Fressen überwiegend in der Nacht statt (METZ, 1975; WELCH und HOOPER, 1988; GRANT et al., 1990; BEAUCHEMIN, 1991). Das Wiederkaumuster wiederholt sich von Tag zu Tag, was darauf hindeutet, dass das Wiederkauverhalten ebenfalls durch eine biologische Uhr gesteuert wird (BEAUCHEMIN, 1991).

4.3. Fressen

Beim Rind spielen bei der Futteraufnahme die Lippen eine untergeordnete Rolle, da sie nur eine geringe Beweglichkeit aufweisen. Das Hauptwerkzeug der Futteraufnahme ist vielmehr die bewegliche Zunge (GÜRTLER, 1974; HILL, 1976; WELCH und HOOPER, 1988; BEAUCHEMIN, 1991). Futterteile werden durch die lange, schlanke und bewegliche Zunge umschlungen und durch Andrücken der Schneidezähne an die Dentalplatte abgebissen (GÜRTLER, 1974; HILL, 1976; WELCH und HOOPER, 1988). Der Vorgang wird durch nackenwärts gerichtete Kopfbewegungen unterstützt (HILL, 1976; KASKE, 2005). Der Futterbissen wird durch den Kauvorgang zerkleinert und durch die gleichzeitige Durchfeuchtung mit Speichel zu einem abschluckfähigen Bolus geformt (GÜRTLER, 1974; HILL, 1976; WELCH und HOOPER, 1988; BEAUCHEMIN, 1991). Beim Kauakt kommt es zu einer Abnahme des Gehalts an grossen Partikeln um 30 bis 40 (LEE und PEARCE, 1984) bzw. 23 bis 27 % (CHAI et al., 1984). Durch die Zerkleinerung des Futters beim Kauvorgang wird im Retikulum eine grössere Oberfläche für die Mikroorganismen geschaffen (POND et al., 1984; BEAUCHEMIN, 1991). Beim Fressen können rund 70 bis 90 Kieferschläge pro Minute (GÜRTLER, 1974; WELCH und HOOPER, 1988; BEAUCHEMIN, 1991) und 24'000 Kieferschläge pro Tag (GÜRTLER, 1974)

beobachtet werden (Tab. 1). Die Fressdauer beträgt 4 bis 7 Stunden pro Tag und das Futter wird in bis zu 20 Fressperioden aufgenommen (BEAUCHEMIN, 1991). CAMPLING und BALCH (1961) berichteten bei einer Kuh mit Pansenfistel von einer Zunahme der Fressdauer von 3 bis 4 auf 6.5 bis 8 Stunden, wenn das Futter während der ersten 3 Stunden der Futteraufnahme aus dem Pansen entfernt wurde. Dies deutet darauf hin, dass die Futtermenge im Retikulum die Futteraufnahme reguliert. LINDSTRÖM und REDBO (2000) waren der Ansicht, dass die Futteraufnahme eher von Rezeptoren in Maulhöhle und Pharynx reguliert wird.

Tab. 1: Fressparameter beim Rind, eine Literaturübersicht

Autoren	Fressdauer pro Tag (Std.)	Anzahl Fressphasen pro Tag	Anzahl Kau- schläge pro Tag
FREER et al. (1962)	4		
FREER und CAMPLING (1965)	4.23		
GÜRTLER (1974)	4 – 9		24'000
DULPHY et al. (1980)	4 – 12		
WELCH und HOOPER (1988)	5.5	20	
BEAUCHEMIN (1991)	4 – 7	20	
SENN et al. (1995)	5.5	12	

Das tägliche Speichelvolumen beträgt beim Rind je nach Autor zwischen 98 und 190 (BAILEY, 1961) bzw. 60 und 160 Liter (KASKE, 2005). Wichtige Funktionen des Speichels sind die Regulation des Pansen pH-Werts sowie die Sekretion von Phosphat, Bikarbonat und Harnstoff (KASKE, 2005). Die Speichelsekretion und die Kauaktivität sind positiv korreliert (BAILEY, 1961; BEAUCHEMIN, 1991). Kühe produzieren 17 % mehr Speichel beim Fressen,

wenn sie am Futtertisch in natürlicher Haltung wie auf der Weide mit dem Kopf nach unten fressen können (McFARLANE, 1972, 1976).

Zu Beginn einer Mahlzeit fressen Kühe schneller als gegen Ende. Der Grund könnte in der sinkenden Speichelproduktion zur Pufferung des Panseninhalts oder in der allmählichen Sättigung liegen. Die Verzehrsgeschwindigkeit hängt aber auch vom Futtermittel und dessen Wassergehalt ab. Wasserreiche und faserarme Futtermittel werden schneller verzehrt (BEAUCHEMIN, 1991). Wenn Kühe die Wahl zwischen einem erhöhten Futtertisch oder einem Futtertisch am Boden haben, bevorzugen sie den tieferen, da sie am liebsten in der grasenden Position fressen (ALBRIGHT, 1983).

4.3.1. Einflussfaktoren auf die Futteraufnahme

Die Futteraufnahme ist von sehr vielen Faktoren abhängig. Zu den vom Tier abhängigen Faktoren zählen die Rasse, die Körpermasse, das Reproduktionsstadium (Laktation und Trächtigkeit), der Energiebedarf sowie individuelle Besonderheiten (HAILU, 2003). Diese Faktoren können so zu einer Variation der individuellen Futteraufnahme von 50 % führen (JOURNET und REMOND, 1976). Junge Kühe nehmen weniger Futter auf als ältere. So beträgt das Futteraufnahmevermögen von Rindern im Durchschnitt nur 85 beziehungsweise 81 % im Vergleich zu Kühen in der zweiten Laktation bzw. zu älteren Kühen (MAHLKOW-NERGE, 2010). SENN et al. (1995) konnten auch rassenspezifische Unterschiede im Futteraufnahmeverhalten nachweisen. Beim Rassenvergleich zeigte sich, dass Jersey-Kühe in 24 Stunden mehr Zeit mit Fressen verbringen als Simmentaler- oder Holstein-Friesian-Kühe. Kühe im Östrus sowie Kühe vor und nach der Geburt weisen eine verminderte Futteraufnahme auf. Trächtige Kühe verbringen mehr Zeit mit der Futteraufnahme; sie fressen jedoch langsamer als nicht trächtige (WELCH und HOOPER, 1988). Die Umwelt spielt ebenfalls eine wichtige Rolle für das Futteraufnahmeverhalten. Hohe Umgebungstemperaturen beeinflussen das Fressen und das Wiederkauen. Durch Sti-

mulation der peripheren Thermorezeptoren werden suppressive Nervenimpulse an das Appetitzentrum im Hypothalamus geleitet (HABEEB et al., 1992). Auch die Haltungsform der Tiere übt einen grossen Einfluss auf das Fressverhalten aus. So konnten ARAVE et al. (1992) zeigen, dass Kälber in Gruppenhaltung signifikant mehr fressen als Kälber in Einzelhaltung, da die Gruppenhaltung dem natürlichen Sozialverhalten entspricht. Ferner kann die Futteraufnahme durch die Fütterungstechnik beeinflusst werden. Die Vorlage von frischem Futter regt Kühe zum Fressen an, selbst wenn noch Futter im Trog vorhanden ist (DULPHY et al., 1980). Gemäss MÄNTYSAARI et al. (2006) fressen Kühe, die mehrmals am Tag gefüttert werden, deutlich mehr als solche, die nur einmal täglich gefüttert werden. Einmal am Tag gefütterte Tiere weisen nach der Fütterung einen Höhepunkt im Futterverzehr auf. Die Erhöhung der Frequenz der Futtervorlagen kann, wenn diese gleichmässig über den Tag verteilt werden, die Schwankungen des pH-Werts im Pansen reduzieren und damit das Risiko für Erkrankungen minimieren. DEVRIES et al. (2004) berichteten über eine zunehmende Futteraufnahme bei mehr Platz zum Fressen. Diese Beobachtung gilt v. a. für die ersten 90 Minuten nach der Fütterung. Erhöhte Nahrungskonkurrenz durch Überbelegung der Ställe kann zur reduzierten Futteraufnahme und zur Erhöhung der Fressrate führen. Dadurch kann die Erkrankungswahrscheinlichkeit für Labmagenverlagerung und subakute Pansenazidose steigen (SHAVER, 1997, 2002). Bei limitiertem Fressplatzangebot verbringen dominante Kühe mehr Zeit mit der Futteraufnahme als rangniedrigere Kühe (FRIEND und POLAN, 1974; MANSON und APPLEBY, 1990). Sogar bei einer ad-libitum-Fütterung fressen rangniedrige Tiere weniger als ranghohe (BOUISSOU et al., 2001). Kühe sind Herdentiere, die gerne gleichzeitig fressen. Bei eingeschränktem Tier-Fressplatz-Verhältnis wird dieses verhindert, was zu sozialen Auseinandersetzungen führt (MAHLKOW-NERGE, 2010).

4.4. Wiederkauen

Für den Wiederkauakt ist eine gewisse Behaglichkeit der Tiere Voraussetzung (HILL, 1976). In erster Linie dient das Wiederkauen der Zerkleinerung faserreicher Pflanzenteile (MINSON, 1990). Die Zerkleinerung führt zu einer Oberflächenvergrößerung und gewährleistet so die intensive mikrobielle Besiedlung und den Abbau von Zellinhaltsstoffen (GÜRTLER, 1974; KASKE, 2005). Das Wiederkauen wird durch Stimulation der Dehnungs- und Mechanorezeptoren in der Wand des Retikulumens, durch Reizung der Schleimhaut infolge grober Futterpartikel und durch Dehnung des Pansens eingeleitet (BEAUCHEMIN, 1991). Somit lässt sich die deutliche Abhängigkeit der Wiederkauaktivität von Menge und Zusammensetzung der Ration erklären. Das Wiederkauen wird vor allem durch Futterpartikel, die länger als 10 Millimeter sind, ausgelöst (WELCH und HOOPER, 1988). Die Aktivierung der Rezeptoren wird via vagale Nervenfasern zum Magenzentrum („gastric center“) in der Medulla oblongata fortgeleitet (GÜRTLER, 1974; HILL, 1976; CONSTABLE et al., 1990; BEAUCHEMIN, 1991). Wenn das Wiederkauen in direkter Konkurrenz zum Fressen steht, besitzt das Fressen dabei die höhere Priorität (METZ, 1975). Beim Rind beginnt das Wiederkauen 30 bis 70 Minuten nach der Futteraufnahme. Wenn der Futteraufnahme ein längerer Futterentzug vorausgegangen ist, setzt das Wiederkauen verzögert ein (GÜRTLER, 1974).

Ein Wiederkauzyklus umfasst die Rejektion, das Einspeicheln, das Wiederkauen und das Abschlucken des rejizierten Bissens (GÜRTLER, 1974; WELCH und HOOPER, 1988). Unmittelbar vor der eigentlichen biphasischen Haubenkontraktion erfolgt vor der Rejektion eines Bolus eine zusätzliche Kontraktion der Haube („Rejektionskontraktion“). Diese dient dazu, Ingesta aus dem Bereich von Haube und Pansenvorhof vor die Kardia zu befördern. Anschliessend erfolgt eine Inspiration bei geschlossener Glottis, die den Unterdruck im Thorax erhöht, wodurch sich die Kardia entfaltet und innerhalb derselben ebenfalls ein negativer Druck auftritt. Infolge des plötzlich entstehenden Druckgefälles vom

Pansen zum Oesophagus wird der Bolus in den Oesophagus gesogen. Der Bolus wird durch eine schnelle antiperistaltische Kontraktion des Oesophagus in die Maulhöhle befördert. Durch Anheben der Zunge wird der Bolus ausgedrückt und die ausgepresste Flüssigkeit wird sofort wieder abgeschluckt (GÜRTLER, 1974; HILL, 1976; CONSTABLE et al., 1990; BEAUCHEMIN, 1991; KASKE, 2005). Gemäss KENNEDY (1985) kann der Bolus in 4 Teile unterteilt werden. Der „up bolus“ (rejizierter Bolus), der „tail bolus“ (ausgepresste und abgeschluckte Flüssigkeit des rejizierten Bolus), der „retained bolus“ (zurück-behaltener Bolus zum Zerkleinern) und der „down bolus“ (zerriebener Bolus, der abgeschluckt wird). Die Kauzeit pro Bissen dauert ungefähr 30 bis 60 Sekunden (HILL, 1976; RUCKEBUSCH und BUENO, 1978; BEAUCHEMIN, 1991). Die Kaufrequenz beim Wiederkauen liegt bei 40 bis 60 Kieferschlägen pro Bissen (GÜRTLER, 1974) und ist somit langsamer als beim Fressen (Tab. 2). Die Anzahl der Kauschläge pro Bissen ist relativ konstant. Wird der Fasergehalt des Futters hingegen erhöht, steigt auch die Anzahl der Kauschläge pro Bissen (BEAUCHEMIN, 1991). Etwa 5 bis 10 Sekunden nach dem Abschlucken wird der nächste Bolus rejiziert (RUCKEBUSCH und BUENO, 1978; KASKE, 2005). Ein abgeschluckter Wiederkaubissen wiegt beim Rind zwischen 80 und 120 Gramm (HILL, 1976.) Nach dem Abschlucken gelangen die Bissen ins Retikulum, wo sie mit dessen Inhalt vermischt werden. Sie können deshalb mehrmals wiederkaut werden (HILL, 1976).

Tab. 2: Wiederkauparameter beim Rind, eine Literaturübersicht

Autoren	Anzahl Boli pro Tag	Anzahl Kauschläge pro Bolus	Anzahl Kauschläge pro Tag
GÜRTLER (1974)	360 – 790	40 – 60	26'400
WELCH und HOOPER (1988)		52	
PIATKOWSKI et al. (1990)	400 – 480		

Gemäss KENNEDY (1985) führt das Wiederkauen zu einer Gesamtzerkleinerung großer Partikel um 85 %. Nach CHAI et al. (1984) wird im „up bolus“ der Anteil grosser Partikel (> 3.35 mm) durch das Wiederkauen um 58 – 78 % reduziert. Neben der Futterzerkleinerung ist das Wiederkauen auch für die Stimulation der Speichelsekretion aufgrund der Aktivierung von bukkalen Mechanorezeptoren von Bedeutung (BAILEY, 1961; BEAUCHEMIN, 1991; KASKE, 2005). Damit beeinflusst das Wiederkauen das Milieu im Retikulumen (KASKE, 2005).

Das Wiederkauen beginnt bei Kälbern meistens in der 2. Lebenswoche (SWANSON und HARRIS, 1958) und hängt mit der Raufutteraufnahme, welche zur Entwicklung der Pansenschleimhaut führt, zusammen (HILL, 1976). Die durchschnittliche Wiederkauzeit beträgt weniger als eine Stunde. Im Alter von 6 bis 8 Wochen kauen Kälber bereits 5 Stunden wieder (SWANSON und HARRIS, 1958). Beim ausgewachsenen Rind beträgt die Wiederkaudauer pro Tag 4 bis 9 Stunden (GÜRTLER, 1974; HILL, 1976; DULPHY et al., 1980; BEAUCHEMIN, 1991) (Tab. 3), wobei beim Rind 40 bis 60 Kilogramm Vormageninhalt wiedergekaut werden (HILL, 1976). Bei Fütterung von strukturreichen Raufuttermitteln schwankt die tägliche Wiederkauzeit zwischen 8 und 11 Stunden. Bei kraftfutterreichen Rationen sinkt die Wiederkauaktivität auf 2 bis 5 Stunden pro Tag (KASKE, 2005). Die Anzahl Wiederkauperioden pro Tag beträgt 10 bis 20 (GÜRTLER, 1974; DULPHY et al., 1980; BEAUCHEMIN, 1991). Eine Wiederkauperiode dauert im Mittel 40 - 50 Minuten (GÜRTLER, 1974), sie kann aber auch bis zu 2 Stunden dauern (WELCH und HOOPER, 1988; BEAUCHEMIN, 1991). Pro Tag werden 360 bis 790 Boli wiedergekaut (GÜRTLER, 1974).

Tab. 3: Wiederkaudauer und Anzahl Wiederkauphasen, eine Literaturübersicht

Autoren	Wiederkaudauer pro Tag (Std.)	Anzahl Wiederkauphasen
HILL (1976)	5 – 8	
GÜRTLER (1974)	4 – 9	15 – 20
DULPHY et al. (1980)	5 – 9	10 – 17
WELCH und HOOPER (1988)	7.75	
PIATKOWSKI et al. (1990)	7 – 8	10 – 14
BEAUCHEMIN (1991)	5 – 9	10 – 20

Das Wiederkauen kann gleichzeitig mit anderen Aktivitäten auftreten, wie zum Beispiel mit der Körperpflege, während dem Kratzen, dem Harn- und Kotabsatz, im Gehen, Stehen oder Liegen (BEAUCHEMIN, 1991). Es erfolgt jedoch bevorzugt im Liegen (PHILLIPS und LEAVER, 1986; COOPER et al., 2007). PORZIG und SAMBRAUS (1991) führten dies auf den hohen Energieaufwand zurück, der für das Wiederkauen erforderlich ist. Dafür spricht auch die Ruhephase nach jeder Wiederkauperiode. Wiederkauende Kühe liegen signifikant mehr auf der linken Körperseite (GRANT et al., 1990). Dadurch wird die Positionierung des Pansens innerhalb des Abdomens optimiert. Zusammen mit der aufrechten Haltung wird zusätzlich verhindert, dass die Kardie unter das Niveau des Panseninhalts fällt (BALCH, 1955).

4.4.1. Kieferbewegungen beim Wiederkauen

Beim Kauvorgang führt der Unterkiefer gegenüber dem feststehenden Oberkiefer seitliche Bewegungen aus, was zur Zermahlung und Zerkleinerung der zwischen die Backenzähne gebrachten Nahrung führt. Von aussen gesehen führt der Unterkiefer jedoch eine kreisende Bewegung durch. Um ein Herausfallen der Nahrung aus der Mundhöhle zu verhindern, wird der Kopf beim Kauen in fast horizontaler Lage gehalten. Aufgrund der Breite des Unterkiefers, die geringer

als diejenige des Oberkiefers ist, können nur die Backenzähne einer Seite untereinander stehen. Daher müssen Kühe einseitig kauen und zwischendurch die Kauseite wechseln (HILL, 1976).

Die Kieferbewegungen beim Wiederkauen können in drei Phasen unterteilt werden: Zuerst wird der Bolus auf eine Seite der Mundhöhle befördert. Durch die anschliessenden Kieferbewegungen wird der Bolus zerkleinert. Mit der letzten Kieferbewegung wird der Futterbissen für das Abschlucken vorbereitet. Es scheint, als sei die erste Kieferbewegung für den „up and tail bolus“ zuständig. Die anschliessenden Kieferbewegungen zermahlen den „retained bolus“ und die letzte Kieferbewegung bereitet den „down bolus“ zum Abschlucken vor (BUNGO et al., 1999).

4.4.2. Einflussfaktoren auf das Wiederkauen

Bezüglich der Wiederkauaktivität bestehen erhebliche tierindividuelle Unterschiede. Der Variationskoeffizient der Wiederkauaktivität innerhalb einer Herde, die ähnlich gefüttert wird, liegt bei 10 %. Die Variation kann auf Unterschiede im Fassungsvermögen des Pansens, in der Lebendmasse, in der Kaueffizienz und im genetisch festgelegten Produktionspotenzial liegen (BEAUCHEMIN, 1991). Junge Kühe verbringen weniger Zeit mit Wiederkauen als ältere Kühe. Laut MAHLKOW-NERGE (2010) beträgt die durchschnittliche Wiederkaudauer bei erstkalbenden Kühen 6.3 Stunden, bei zweitkalbenden 6.6 Stunden und bei älteren Kühen 8.1 Stunden.

Die Umwelt des Tieres übt ebenfalls einen Einfluss auf die Wiederkauaktivität aus. Da das Wiederkauen bevorzugt im Liegen erfolgt (PHILLIPS und LEAVER, 1986; COOPER et al., 2007), ist es wichtig, dass Kühe über einen komfortablen Liegebereich verfügen, um die Wiederkaudauer zu maximieren. So konnte BATCHELDER (2000) beobachten, dass Kühe in überbelegten Ställen signifikant weniger wiederkauen. Nach ACATINCĂI et al. (2010) erfolgt das Wiederkauen im Winter mehrheitlich im Liegen und im Sommer im Stehen.

Die Einflussfaktoren des Futters und der Fütterungstechnik sind ebenfalls immens wichtig. Die Wiederkauaktivität korreliert stark mit dem Gehalt des Futters an Zellwandbestandteilen. Folglich steigt die Fress- und Wiederkaudauer bei steigendem Fasergehalt des Futters progressiv an (BEAUCHEMIN, 1991). Eine Zunahme der Partikellänge führt zur Steigerung der Wiederkaudauer. Die Partikellänge hat jedoch keinen Effekt auf die Anzahl Boli pro Tag oder auf die Wiederkauperioden (GRANT et al., 1990). Bei restriktiver Fütterung besteht eine reziproke Beziehung zwischen der Fress- und Wiederkaudauer. Wenn Kühe restriktiv gefüttert werden, steigt die Verzehrsgeschwindigkeit. Das Futter wird weniger lange gekaut, was zum Abschlucken längerer Partikel und somit zur Verlängerung der Wiederkaudauer führt (BEAUCHEMIN, 1991).

Durch taktile Reize des Raufutters im Pansen wird das Wiederkauen stimuliert. Bei einem Strukturmangel des Futters fehlen diese Reize und die Wiederkauzeit wird verringert (VAN SOEST, 1994). Das wiederum führt zu einer reduzierten Speichelbildung und schlussendlich zu einer Änderung des Pansenmilieus (BEAUCHEMIN, 1991). Ein Absinken des pH-Werts im Pansen auf unter 5.6 bis 5.4 führt zum Abbruch der Wiederkauaktivität (WELCH und HOOPER, 1988; BEAUCHEMIN, 1991). Diese Bedingungen treten vor allem bei einem Überschuss an leicht verdaulichen Kohlenhydraten oder bei einer Verkürzung der Partikellänge auf (BALCH, 1971).

4.5. Störungen des Wiederkauens und Fressens

Das Wiederkauen kann durch leichte Störungen unterbrochen werden; es lässt sich aber nur durch extreme Massnahmen unterbinden (WELCH und HOOPER, 1988). Nach Ausschaltung des Zwerchfells infolge einer Durchschneidung des Nervus phrenicus wird das Wiederkauen nicht unmöglich, sondern nur erschwert. Für eine ausreichende Druckerniedrigung im Thorax sorgen an Stelle des Zwerchfells andere Inspirationsmuskeln. Auch beim tracheotomierten Rind kann das Wiederkauen nicht verhindert werden, obwohl der Schluss der Glottis

unmöglich ist. Durch eine sehr rasche Inspiration kann eine kurze Erniedrigung des intrathorakalen Drucks herbeigeführt werden (HILL, 1976). Sogar die chirurgische Entfernung des gesamten Vormagens oder des Pansens (WELCH und HOOPER, 1988) sowie die Fixierung oder Entfernung der Haube (CONSTABLE et al., 1990) können das Wiederkauen nicht verhindern. Ein Pneumothorax hingegen verunmöglicht das Wiederkauen, da der zum Ansaugen des Panseninhalts erforderliche Unterdruck nicht mehr erzeugt werden kann (GÜRTLER, 1974; HILL, 1976). Da die Stimulation der Dehnungs- und Mechanorezeptoren über vagale Nervenfasern zum Wiederkauzentrum in der Medulla oblongata fortgeleitet wird, tritt deshalb nach Vagotomie oder Dezerbrierung ebenfalls kein Wiederkauen mehr auf (GÜRTLER, 1974; KASKE, 2005). Im Weiteren wurde beschrieben, dass das Wiederkauen durch Anlegen enger Fiberglasmasken für mehrere Stunden unterbunden werden kann. Nach Entfernung der Masken begannen die Tiere sofort mit dem Wiederkauen, obwohl sie hungerten und frisches Futter zur Verfügung stand. Nach Abbruch des Versuchs wurde die verminderte Futteraufnahme über mehrere Tage beibehalten, vermutlich, weil die verbleibende Ingesta im Pansen zuerst verarbeitet werden musste (WELCH, 1982). Diese Ergebnisse unterstützen die Aussage von BAUCHOP (1989), dass durch die Verhinderung des Wiederkauens die Retentionszeit der Ingesta im Retikulum sehr deutlich verlängert wird.

Das Wiederkauen setzt stets ein Mindestmass an Wohlbefinden voraus (KASKE, 2005). Aufregung und Stress (HERSKIN et al., 2004), Angstzustände (BRISTOW und HOLMES, 2007) und Krankheiten (WELCH, 1982; HANSEN et al., 2003) wirken stark hemmend auf das Wiederkauen. MØLGAARD et al. (2012) konnten zeigen, dass die Entnahme einer Leberbiopsie bei Kühen zu einer schmerzbedingten Verminderung der Wiederkauaktivität führt. Eine intramammäre Infektion mit *E. coli* (FOGSGAARD et al., 2012) führte in den ersten 24 Stunden post infectionem ebenfalls zum Rückgang der Wiederkauaktivität. Somit stellt das Wiederkauen einen guten Indikator für die Gesundheit eines

Tieres dar (KASKE, 2005). Nach BAREILLE et al. (2003) verursachen Durchfall, Mastitis, Ketose und Gebärpause am Diagnosetag hohe Rückgänge der Milchleistung von 4.1 bis 25.7 kg Milch und der Futteraufnahme von 6.7 bis 14.7 kg Trockenmasse. Aus einer Studie von GOLDHAWK et al. (2009) geht hervor, dass Tiere, die nach der Geburt eine subklinische oder klinische Ketose entwickelten, bereits eine Woche vor der Diagnose der Erkrankung etwa 3 Kilogramm weniger Trockenmasse aufnahmen als Tiere, bei denen es zu keiner Erkrankung kam. Auch VAN WINDEN et al. (2003) haben gezeigt, dass Kühe, die an einer Labmagenverlagerung nach links litten, bis zu 9.5 kg weniger Trockenmasse aufnahmen als gesunde Tiere. Die Futteraufnahme war ebenfalls schon vor der klinischen Diagnose reduziert.

4.5.1. Pseudowiederkauen

Aus einer Fütterungsstudie bei Schafen (DESWYSEN und EHRLEIN, 1981) geht hervor, dass die Wiederkaudauer bei Fütterung mit lang gehackter Silage sinkt und dafür vermehrt Pseudowiederkauen beobachtet werden kann. Beim Pseudowiederkauen handelt es sich um sehr unregelmässige Wiederkauzyklen. Pro Bissen können lediglich 3 bis 20 Kauschläge gezählt werden. Auch die Intervalle zwischen den Zyklen sind sehr unregelmässig und können mit 4 bis 48 Sekunden deutlich länger sein als beim normalen Wiederkauen. Der Bolus besteht hauptsächlich aus Flüssigkeit mit wenig Futterpartikeln, wie in der dazugehörigen Schluckstudie gezeigt werden konnte. Durch die schlechte Fermentation der langen Partikel gelangen zu wenig kleine Partikel über die kraniale Pansenfurche in den Pansenvorhof und in die Haube, von wo aus sie regurgitiert werden.

Auch wenn Wiederkäuer für 36 bis 48 Stunden gefastet werden, kann Pseudowiederkauen auftreten, da kein kaubares Material mehr vorhanden ist. Im Anschluss an die Rejektion werden keine oder nur wenige Kaubewegungen beobachtet (WELCH und HOOPER, 1988). Bei ausschliesslicher Milchernährung

sind beim Kalb ebenfalls unregelmässige Kaubewegungen zu beobachten, die ebenfalls als Pseudorumination bezeichnet werden. Der Grund dafür liegt in der angeborenen Verhaltensweise des Wiederkauens (GÜRTLER, 1974).

4.5.2. Leerkauen

Definitionsgemäss führen die Tiere beim Leerkauen Kaubewegungen aus, ohne dabei Futter im Maul zu haben. Beim Schwein handelt es sich um eine Stereotypie, die vor allem in reizarmer Haltung auftritt (SAMBRAUS, 1991). Im Gegensatz dazu ist beim Rind das Leerkauen als neurologische Ausfallerscheinung bei Bleivergiftung (GALEY et al., 1990), Zerebrokortikalnekrose (OSWEILER et al., 1985), Borna (MAREK et al., 1945) und Jauchegasvergiftung (STÖBER, 2002) beschrieben worden. Es kann sich aber um eine schmerzbedingte Verhaltensreaktion bei Krankheiten handeln (RADEMACHER, 2003).

4.6. Messmethoden zur Erfassung der Fress- und Wiederkauaktivität

Zur Untersuchung der Fress- und Wiederkauaktivität wurden in der Vergangenheit verschiedene Verfahren eingesetzt. Die gebräuchlichsten Methoden zur Erfassung der Fress- und Wiederkauaktivität sind die Direkt- und die Videoüberwachung. Die Direktbeobachtung ist beinahe überall ausführbar, da sie keine technischen Ansprüche stellt (METZ, 1975; KRAUSE et al., 1998; HAILU, 2003). Die Beeinflussung des Verhaltens kann als gering eingeschätzt werden. Der grösste Nachteil der Direktbeobachtung ist der erhebliche Zeit- und Arbeitsaufwand für die Datenerhebung. Für die Videoüberwachung gilt eigentlich das Gleiche wie für die Direktbeobachtung. Erschwerend kommt hinzu, dass bei sich bewegenden Tieren nicht alle Verhaltensmuster eindeutig erfasst werden können, da der Kamerawinkel fest eingestellt ist (RUTTER et al., 1997). In älteren Untersuchungen wurden die Kieferbewegungen mittels pneumatischen oder hydraulischen Druckaufnehmern registriert (BALCH, 1952; OLTJEN et al., 1962; YOUNG, 1966; WELCH und SMITH, 1969). Bei diesen Verfahren wird

ein Plastikschauch oder -ball, gefüllt mit Wasser oder Luft, unter dem Kiefer angebracht. Da der registrierte Druck mittels Schläuchen weitergeleitet wird, sind die Methoden auf die Anbindehaltung beschränkt. Zusätzlich weisen sie jedoch noch andere limitierende Faktoren auf. Mehrere Untersucher (STOBBS und COWPER, 1972; LUGINBUHL et al., 1987; MATSUI und OKUBO, 1991; DADO und ALLEN, 1993) entwickelten zur Überwachung der Wiederkauaktivität ein Halfter, das die Kieferbewegungen aufzeichnete. Diese Methoden waren hilfreich, wiesen jedoch ebenfalls mehrere technisch limitierende Faktoren auf. Eine neuere Entwicklung stellen die akustischen Sensoren zur Erfassung der Kauschläge dar. Nach LACA und WALLISDEVRIES (2000) können akustisch verschiedene Arten von Kauschlägen erfasst werden. Über ein Mikrophon, das seitlich an einem Halsband befestigt ist, werden Geräusche, welche durch die Regurgitation der Boli und die Kieferbewegungen während dem Wiederkauen erzeugt werden, registriert. Das System wurde von SCHIRMANN et al. (2009) und LINDGREN (2009) validiert und wird unter den Marken Vocal-Tag, Hi-Tag und RuminActTM vermarktet. Der Logger kann nur 22 Stunden speichern. Wenn die Daten nicht heruntergeladen werden, wird der Logger überschrieben und die bisher aufgezeichneten Daten gehen verloren. Die Methode ist zudem nur in der Lage, die Wiederkauaktivität zu erfassen. Für die detaillierte Erfassung der Fress- und Wiederkauaktivität entwickelten die Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART und die Firma MSR Electronics GmbH ein neueres Verfahren (NYDEGGER et al., 2011a, b). Dabei handelt es sich um ein handelsübliches Pferdehalfter mit einem Nasenbandsensor, der aus einem mit Öl gefüllten Silikonschlauch mit eingebautem Drucksensor besteht. Durch die Kieferbewegungen der Kuh biegt sich der Silikonschlauch, was eine Druckänderung im Inneren bewirkt. Der externe Drucksensor ist über ein Kabel mit dem MSR-Logger 145 verbunden, welcher den Druck registriert. Der Logger befindet sich in einem Lederetui, das seitlich am Halfter montiert ist. Die Speicherkapazität des Loggers beträgt annähernd 2 Mio. Messwerte, was für eine Aufzeichnungs-

dauer von rund 40 Stunden genügt. Die Datenübertragung auf einen PC erfolgt über einen USB-Anschluss. Die aufgezeichneten Daten lassen sich mit der MSR-Software als Druckverläufe darstellen. Die Untersuchungen von SCHEIDEGGER (2008) haben gezeigt, dass sich Fressen und Wiederkauen anhand der Druckdaten von anderen Aktivitäten unterscheiden lassen. Gemäss den Autoren weist der Wiederkausensor gegenüber anderen Geräten in Bezug auf den Tragekomfort und die Handhabung für die Bedienungsperson deutliche Vorteile auf. Zudem kann das Kauverhalten viel detaillierter erfasst werden. Die Druckaufzeichnungsmethode wurde von SCHEIDEGGER (2008) bisher nur bei zwei Kühen durch eine je dreistündige Direktbeobachtung verifiziert.

5. MATERIAL UND METHODIK

5.1. Tiere

Die Untersuchungen wurden zwischen dem 26. Juni 2010 und dem 3. März 2012 an 10 gesunden Kühen der Schweizer Braunviehrasse (Gruppe A), an 10 gesunden Kühen der Holstein Friesianrasse und der Schweizer Fleckviehrasse (Gruppe B) und an 10 Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung der Holstein Friesianrasse und der Schweizer Fleckviehrasse (Gruppe C) durchgeführt.

5.1.1. Gruppe A: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen während 24 Stunden

Die Kühe der Gruppe A dienten dazu, die vom Drucksensor aufgezeichneten Fress- und Wiederkauperioden mit den tatsächlichen beobachteten Fress- und Wiederkauperioden zu vergleichen. Die Gruppe bestand aus 10 klinisch gesunden Kühen der Schweizer Braunviehrasse im Alter von 2.5 bis 6.1 Jahren (4.2 ± 1.31 Jahre). Die Milchleistung der Tiere lag zwischen 20 und 25 kg pro Tag (22.3 ± 2.0 kg) und die Kühe waren 79 bis 305 Tage (168.4 ± 72.54 Tage) post partum. Die Kühe waren nicht oder maximal 213 Tage (99.6 ± 73.34 Tage) trächtig.

5.1.2. Gruppe B: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen während 5 Tagen

Die Kühe der Gruppe B dienten dazu, das Wiederkau- und Fressverhalten über 5 Tage zu beschreiben. Die Gruppe B bestand aus 10 klinisch gesunden Kühen der Holstein Friesianrasse ($n = 7$) und der Schweizer Fleckviehrasse ($n = 3$) im Alter von 2.4 bis 8 Jahren (4.1 ± 1.65 Jahre). Die Milchleistung der Tiere lag zwischen 20 und 36 kg pro Tag (28.2 ± 4.78 kg) und die Kühe waren 109 bis 257 Tage (170 ± 53.61 Tage) post partum. Die Kühe waren zwischen 29 und 141 Tage (87.4 ± 40.49 Tage) trächtig.

5.1.3. Gruppe C: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen nach linksseitiger Labmagenverlagerung

Die Gruppe C bestand aus 10 Kühen der Holstein Friesianrasse ($n = 8$) und der Schweizer Fleckviehrasse ($n = 2$) im Alter von 3.9 bis 6.8 Jahren (5.0 ± 1.05 Jahre). Neun Kühe stammten aus Laufstallhaltung und eine Kuh aus Anbindehaltung. Die Kühe waren unmittelbar vor der Untersuchung wegen linksseitiger Labmagenverlagerung operiert worden. Sie waren 5 bis 77 Tage (Median = 14 Tage) post partum und die Milchleistung vor der Erkrankung hatte zwischen 22 und 40 kg pro Tag (30.5 ± 6.47 kg) betragen. Die Kühe waren vor der Überweisung 4 bis 14 Tage (4.8 ± 4.13 Tage) krank gewesen. Die Leberwerte waren nur leicht- bis mittelgradig erhöht (GLDH 28.9 bis 176.7 U/l (86.1 ± 50.30 U/l), SDH 34 bis 134 U/l (Median = 51 U/l) und G-GT 21 bis 138 U/l (Median = 36.5 U/l)). 7 Kühe wiesen im Harn eine Ketose mit Werten zwischen 50 und 150 mg/dl auf (++) bis (+++; Combur Test[®], Roche Pharma AG, Grenzach, Deutschland). Das Allgemeinbefinden war nur leicht- bis mittelgradig gestört. Die Fresslust und die Milchleistung waren reduziert. Alle Kühe wiesen ein abomassales Refluxsyndrom auf (Pansenchlorid 26 bis 74 mmol/l, 47 ± 14.52 mmol/l; Basenabweichung 1.1 bis 20.7 mmol/l, 9.15 ± 5.61 mmol/l; Chlorid 85 bis 102 mmol/l, 93.6 ± 5.50 mmol/l; Kalium 2.6 bis 3.7 mmol/l, 3.1 ± 0.37 mmol/l). Bei 5 Kühen lag eine Retentio secundinarum vor. Davon hatten zwei Tiere eine Zwillingsgeburt gehabt. Im Weiteren waren zwei Kühe unmittelbar nach der Kalbung an einer Gebärpause erkrankt. Zusammenfassend war die Prognose bei allen Kühen vorsichtig bis günstig, in keinem Fall jedoch ungünstig gestellt worden.

5.2. Klinische Voruntersuchung

Die Kühe wurden nach der Einlieferung in das Tierspital klinisch untersucht, um sicherzustellen, dass die Gruppen A und B klinisch gesund waren und dass es sich bei der Gruppe C um Kühe mit linksseitiger Labmagenverlagerung han-

delte. Dazu gehörten die Beurteilung von Allgemeinbefinden, rektaler Temperatur, Herz- und Kreislaufsystem, Atemapparat und Verdauungsapparat. Bei jeder Kuh der Gruppe C wurden zusätzlich eine Blutprobe (12 ml Heparinblut, 5 ml EDTA-Blut), eine Harnprobe (Spontanharn), eine Pansensaftprobe und eine Kotprobe entnommen.

5.2.1. Untersuchung der Blutproben

Die hämatologische Untersuchung umfasste die Bestimmung von Hämatokrit, Hämoglobin, Erythrozytenzahl, Leukozytenzahl, Plasmaprotein und Fibrinogen. Bei der blutchemischen Untersuchung wurden Harnstoff, Bilirubin, Kalzium, Magnesium, anorganisches Phosphat, Kalium, Natrium und Chlorid bestimmt. Zudem wurden die Aktivitäten der Enzyme γ -Glutamyltransferase (γ -GT), Aspartataminotransferase (ASAT), Glutamatdehydrogenase (GLDH), Sorbitdehydrogenase (SDH) und Kreatinkinase (CK) gemessen sowie eine venöse Blutgasanalyse und ein Glutaraldehydtest (Glutaltest[®], Graeb AG, Bern) durchgeführt.

5.2.2. Untersuchung der Harnproben

Der Harn wurde makroskopisch auf Farbe und Transparenz untersucht. Die Bestimmung des spezifischen Gewichts erfolgte mit einem Handrefraktometer. Zusätzlich wurden mit einem Harnteststreifen (Combur Test[®], Roche Pharma AG, Grenzach, Deutschland) der pH-Wert sowie das Vorkommen und der Gehalt an Leukozyten, Erythrozyten, Hämoglobin, Nitrit, Urobilinogen, Bilirubin, Glukose, Keton- und Eiweisskörpern bestimmt.

5.2.3. Untersuchung von Pansensaft

Bei 9 Tieren wurde mit der Dirksen-Sonde Pansensaft entnommen und in Bezug auf Farbe, Geruch und Viskosität beurteilt. Der pH-Wert wurde mit dem Uni-

versalindikator-Papier von Merck (Darmstadt) gemessen, und es wurde eine Chloridbestimmung im Pansensaft durchgeführt.

5.3. Haltung und Fütterung der Tiere

Die Kühe wurden in Anbindehaltung mit Stroheinstreu gehalten. Sie hatten freien Zugang zum Selbsttränkebecken. Alle Kühe wurden zweimal täglich gemolken (zwischen 7 und 8 bzw. zwischen 15.30 und 16.30 Uhr). Die Kühe der Gruppen A und B wurden 48 Stunden vor Versuchsbeginn bis zum Abschluss der Untersuchungen ad libitum mit Heu gefüttert. Die Kühe der Gruppe C wurden unmittelbar im Anschluss an die Operation bis zum Abschluss der Untersuchungen ebenfalls ad libitum mit Heu gefüttert. Das jeder Kuh vorgelegte Heu wurde vorher gewogen. Zusätzlich erhielten alle Kühe zweimal täglich 4.2 kg Kraftfutter (2.2 kg Vollmaispflanzenwürfel LANDI, LANDI, Schneisingen, 1.5 kg UFA 142 F Milchleistungsfutter 17 % RP und 0.5 kg UFA 149 Proteinkonzentrat 39 % RP, UFA AG, Lenzburg). Die Kraftfuttergaben erfolgten um 9 und 21 Uhr. Einmal am Tag (8 Uhr) wurde das in der Krippe liegende Futter entfernt und die Krippe wurde gereinigt. Das aus der Krippe entfernte Futter wurde gewogen, damit der tägliche Futterverzehr berechnet werden konnte.

5.4. Methodik der Untersuchung

5.4.1. Untersuchungshalfter

Von der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon (ART) (Ettenhausen) wurde in Zusammenarbeit mit der MSR Electronics GmbH (Seuzach) eine automatisierte Methode entwickelt, mit welcher Fressen und Wiederkauen einfach erfasst werden können. Es handelte sich dabei um ein handelsübliches Pferdehalfter mit einem Nasenbandsensor (Abb. 1). Die Kieferbewegungen der Kuh wurden mit dem druckempfindlichen Sensor erfasst. Der Sensor wurde auf der Oberseite des Halfters montiert und registrierte den Druck in einem mit Öl gefüllten Schlauch. Wenn die Kuh den Kiefer öffnete, bog sich der Schlauch

und der Druck im Inneren erhöhte sich. Dieser Druck wurde von einem 9 x 9 mm grossen piezoresistiven Drucksensor registriert. Bei einem mechanischen Druckunterschied veränderte sich der elektrische Widerstand im Sensor, was wiederum als Signal erfasst wurde. Die Messdaten wurden in einem Datenlogger vom Typ MSR 145W, welcher in einem Lederetui seitlich am Halfter befestigt war, gespeichert (Abb. 2). Der wasserdichte daumengrosse Logger war mit dem externen Drucksensor verbunden und diente der Aufzeichnung der physikalischen Messdaten. Er wies eine Speicherkapazität von 2 Millionen Messwerten auf. Die Daten vom Datenlogger wurden täglich via USB-Schnittstelle auf einen PC übertragen. Die Programmierung und das Laden des Akkus erfolgten ebenfalls via USB-Schnittstelle. Die Auswertung der aufgezeichneten Messdaten erfolgte mit Hilfe der MSR-PC-Software (MSR Electronics GmbH, Seuzach). Die ausgelesenen Daten lagen dabei als MSR-Datei vor. Diese konnten mit dem Grafikprogramm MSR-Viewer betrachtet werden.

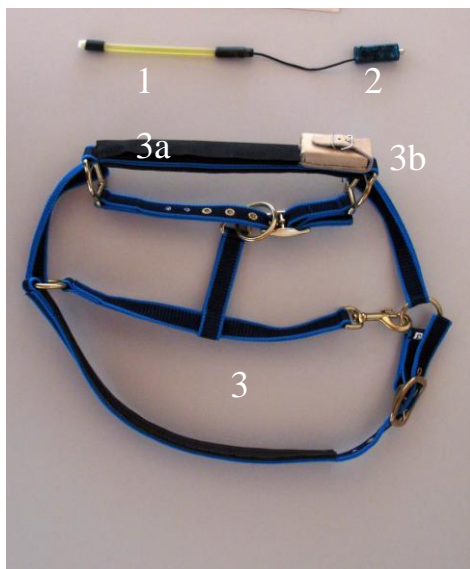


Abb. 1: Untersuchungshalfter zur Registrierung von Fressen und Wiederkauen bei Rindern. 1 Mit Öl gefüllter Schlauch, der in das Nasenband des Halfters eingebracht wird und den Sensor enthält, 2 USB-Logger, 3 Halfter mit Nasenband (3a) und Ledertasche für den Datenlogger (3b)



Abb. 2: Am Tier angelegtes Halfter mit Nasenband, welches den mit dem Öl gefüllten Schlauch und den Sensor enthält. Das braune Ledertäschchen enthält den Datenlogger

5.4.2. Druckverläufe

Aufgrund von früheren Untersuchungen (SCHEIDEGGER, 2008) lassen sich Fressen und Wiederkauen anhand der Druckdaten von anderen Aktivitäten unterscheiden. Jeder einzelne Kauschlag ist im Druckverlauf als Peak zu erkennen. Nach den genannten Autoren können jedoch nicht alle Muster eindeutig einer Aktivität zugeordnet werden (zum Beispiel Kratzen, Rangkämpfe, Fliegenabwehr...).

5.4.3. Videokamera

Die Videoüberwachungsphasen wurden mit einer Netzwerkkamera (Panasonic WV-NP502, Panasonic, Rotkreuz) und einem Infrarotscheinwerfer (IR LED 300-C-35, Videor E. Hartig GmbH, Rödermark) durchgeführt. Zusätzlich wurde die Aufzeichnungssoftware MILESTONE (Milestone Systems, Wiesbaden, Deutschland) verwendet. Es handelt sich dabei um eine Netzwerk-Videoüberwachung.

5.4.4. Zeitlicher Ablauf der Untersuchungen

Bei den Kühen der Gruppe A dauerten die Untersuchungen 24 Stunden und bei denjenigen der Gruppen B und C je 120 Stunden (5 Tage) pro Kuh.

5.4.5. Eigentliche Untersuchungen

5.4.5.1. Gruppe A: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen während 24 Stunden

Das Ziel der Untersuchungen war es, die vom Datenlogger bei 10 Kühen während 24 Stunden aufgezeichneten Fress- und Wiederkauperioden mit den tatsächlich beobachteten Fress- und Wiederkauperioden zu vergleichen. Die Kühe wurden am Versuchstag um 8 Uhr mit dem Untersuchungshalfter versehen. Darauf wurden die Fress- und Wiederkauperioden während 24 Stunden aufgezeichnet. Gleichzeitig wurden die Kühe von der Doktorandin oder einer Hilfsperson beobachtet. In einminütigen Abständen wurden die verschiedenen Aktivitäten wie Wiederkauen, Fressen, Trinken, Putzen, Muhen, Kratzen, Rankämpfe und Fliegenabwehr protokolliert. Nach 24 Stunden wurde das Halfter entfernt und die Ergebnisse wurden vom Datenlogger auf den PC überspielt und ausgewertet. Die vom Datenlogger aufgezeichneten Fress- und Wiederkauperioden wurden mit den tatsächlich beobachteten Fress- und Wiederkauperioden verglichen und Abweichungen wurden festgehalten.

5.4.5.2. Gruppe B: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen während 5 Tagen

Das Ziel der Untersuchungen war es, die vom Datenlogger bei 10 Kühen während 5 Tagen aufgezeichneten Fress- und Wiederkauperioden zu ermitteln. Die Kühe wurden um 8 Uhr des ersten Versuchstags mit dem Untersuchungshalfter versehen. Darauf wurden die Fress- und Wiederkauperioden während 5 Tagen (120 Stunden) aufgezeichnet und in regelmässigen Abständen (einmal täglich) vom Datenlogger zur Auswertung auf den PC überspielt. Die Kühe wurden

während der ganzen Versuchsperiode mit einer Videokamera gefilmt, damit alle unklaren Aufzeichnungsbefunde verifiziert werden konnten. Nach 5 Tagen wurde das Halfter entfernt und die Ergebnisse wurden auf dem PC ausgewertet. Die ermittelten Fress- und Wiederkauperioden dienten gleichzeitig als Kontrollen für die kranken Kühe der Gruppe C.

5.4.5.3. Gruppe C: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen nach linksseitiger Labmagenverlagerung

Das Ziel der Abklärungen war es, das Fress- und Wiederkauverhalten von 10 Kühen, die wegen linksseitiger Labmagenverlagerung operiert worden waren, über die ersten 5 Tage post operationem zu erfassen. Die Kühe wurden unmittelbar nach der Operation mit dem Untersuchungshalfter versehen. Das weitere Vorgehen entsprach demjenigen bei der Gruppe B. Die Fress- und Wiederkauperioden wurden mit denen der gesunden Kühe der Gruppe B verglichen.

5.4.6. Auswertung

5.4.6.1. Auswertung Gruppe A

In den vom Datenlogger auf den PC überspielten Ergebnissen wurden für jede Kuh einzeln die folgenden Parameter ausgewertet:

- Anzahl der Wiederkau-, Fress- und Ruhephasen in 24 Stunden
- Dauer der einzelnen Wiederkau-, Fress- und Ruhephasen
- Gesamtdauer der Wiederkau-, Fress- und Ruhephasen
- Anzahl Boli pro Tag
- Anzahl Kauschläge pro Bolus und Kauschläge pro Tag.

Die Gesamtdauer des Ruhens, Fressens und Wiederkauens sowie die Dauer der einzelnen Phasen wurden an der Zeitskala abgelesen. Die Anzahl der Kauschläge pro Bolus und pro Tag wurde durch manuelles Zählen der einzelnen Kauschläge im Druckverlauf ermittelt. Die Häufigkeiten der Ruhe-, Fress- und Wiederkauphasen wurden ebenfalls manuell ausgezählt. Das Fressen und das

Wiederkauen liessen sich anhand der jeweils charakteristischen Druckverläufe problemlos voneinander unterscheiden. Während der Beobachtung durch die Doktorandin bzw. die Hilfspersonen wurden für jede Kuh einzeln die gleichen Parameter durch manuelles Zählen aufgezeichnet und ausgewertet. Im Anschluss daran wurden die durch die beiden Methoden ermittelten Parameter verglichen.

5.4.6.2. Auswertung Gruppe B

In den vom Datenlogger auf den PC überspielten Ergebnissen wurden für jede Kuh einzeln die folgenden Parameter ausgewertet:

- Anzahl der Wiederkau-, Fress- und Ruhephasen in 24 Stunden
- Dauer der einzelnen Wiederkau-, Fress- und Ruhephasen
- Gesamtdauer der Wiederkau-, Fress- und Ruhephasen
- Anzahl Boli pro Tag
- Anzahl Kauschläge pro Bolus und Kauschläge pro Tag.

Zusätzlich wurde festgehalten, wie oft und weshalb das Video bei unklaren Befunden zur Interpretation herangezogen werden musste.

5.4.6.3. Auswertung Gruppe C

Die Auswertung wurde wie bei der Gruppe B durchgeführt.

5.5. Statistik

Die statistischen Berechnungen der Mittelwerte, Standardabweichungen und Medianwerte erfolgten mit Hilfe des Programms STATA 12 (StataCorp LP, College Station, Texas, USA, 2011). Zur Prüfung der Daten auf Normalverteilung wurde der Wilk-Shapiro-Test angewendet. Bei der Gruppe A wurden die betreffenden Daten einem gepaarten t-Test unterzogen. Ein P-Wert ≤ 0.05 wurde als signifikant angesehen. Die Prüfung auf Signifikanz der Ergebnisse der Gruppen B und C innerhalb der 5 Tage wurde mit dem Bonferroni-Test durchgeführt.

Die Signifikanzprüfung der Verlaufskurven der Messwerte der Gruppen B und C wurde anhand eines GLM (General Linear Model) durchgeführt. Unterschiede mit einem P-Wert ≤ 0.05 wurden als signifikant bezeichnet.

5.6. Tierversuchsbewilligung

Für die Untersuchungen lag eine Tierversuchsbewilligung des Kantonalen Veterinäramts Zürich vor (2010/41).

5.7. Zusammenarbeit mit anderen Instituten und Abteilungen der Universität Zürich

Am Zustandekommen der vorliegenden Arbeit waren neben der Klinik für Wiederkäuer (Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun) die folgenden Institutionen der Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich beteiligt:

- Veterinärmedizinisches Labor (Prof. Dr. H. Lutz): Hämatologische und blutchemische Untersuchungen und Pansensaftuntersuchung
- Abteilung für Ambulanz und Bestandesmedizin (Prof. Dr. M. Hässig): Hilfe bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse.

6. ERGEBNISSE

6.1. Klinische Befunde

6.1.1. Gruppe A: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen während 24 Stunden

Die klinische Untersuchung der Kühe der Gruppe A war unauffällig. Rektale Temperatur, Herz- und Atemfrequenz waren normal. Die Schwing- und Perkussionsauskultation waren beidseits negativ und die Konsistenz des Kots war normal.

6.1.2. Gruppe B: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen während 5 Tagen

Die klinische Untersuchung der Kühe der Gruppe B war unauffällig. Rektale Temperatur, Herz- und Atemfrequenz waren normal. Die Schwing- und Perkussionsauskultation waren beidseits negativ und die Konsistenz des Kots war normal.

6.1.3. Gruppe C: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen nach linksseitiger Labmagenverlagerung

Allgemeine klinische Untersuchung

Das Allgemeinbefinden war bei 6 Kühen leicht- und bei 4 Kühen mittelgradig gestört. Die rektale Temperatur lag zwischen 37.9 und 39.3 °C (38.5 ± 0.52 °C). Bei 3 Kühen lag sie im Normalbereich zwischen 38.5 und 39.0 °C, bei 2 Kühen war die rektale Temperatur erhöht und bei 5 Kühen leicht erniedrigt. Die Körperoberflächentemperatur war bei 2 Kühen erniedrigt. Alle Kühe wiesen einen verminderten Hautturgor auf und bei 9 Kühen waren die Bulbi eingesunken.

Herzkreislaufsystem und Atemapparat

Die Herzfrequenz lag zwischen 66 und 92 Schlägen pro Minute (77.4 ± 9.33 Schläge pro Minute). Die Schleimhäute waren bei 7 Kühen blassrosa und bei 3 Kühen gerötet. Bei 9 Kühen waren die Skleralgefäße injiziert. Die Atemfre-

quenz betrug durchschnittlich 27.6 ± 10.57 Atemzüge pro Minute. Der Atemtyp war bei allen Kühen kostoabdominal. Bei 2 Kühen war ein verschärftes Vesikulätratmen hörbar.

Gastrointestinaltrakt

Bei einem Tier war die Pansenmotorik stark reduziert und bei 7 Tieren war keine Pansenmotorik auskultierbar. Die Pansenfüllung und -schichtung waren bei 7 Kühen reduziert. Die Perkussionsauskultation war links bei allen Kühen, die Schwingauskultation bei 9 Kühen positiv. Bei 3 Kühen war die Bauchdecke gespannt. Der Kot war bei 5 Kühen dünnbreiig und bei 5 Kühen breiig. Bei 5 Kühen war die Kotmenge reduziert. Der Geruch des Kots war bei 9 Kühen normal und bei einer Kuh übelriechend.

6.1.4. Hämatologische und biochemische Blutbefunde der Gruppe C

Die Ergebnisse der Blutuntersuchung sind in den Anhängen 1 bis 3 dargestellt. Zusammenfassend war bei 4 Kühen eine Hämokonzentration (Hämatokrit $> 35\%$), bei 2 Kühen eine Leukozytose (Leukozytenzahl $> 10.0 \times 10^3/\mu\text{l}$) und bei 2 Kühen eine Hyperproteinämie (Plasmaprotein $> 80 \text{ g/l}$) vorhanden. 10 Kühe wiesen ein abomasales Refluxsyndrom auf, das durch ein erhöhtes Pansenchlorid ($n = 9$), eine Hypochlorämie ($n = 5$), eine Hypokaliämie ($n = 10$) und eine metabolische Alkalose ($n = 5$) charakterisiert war. Bei fast allen Kühen war die Aktivität der Enzyme erhöht (ASAT 10 Kühe, γ -GT 7 Kühe, GLDH 10 Kühe, SDH 10 Kühe).

6.1.5. Harnbefunde der Gruppe C

Bei allen Kühen war der Harn gelb und klar. Der pH-Wert lag zwischen 6.0 und 9.0 (8.0 ± 0.94) und das spezifische Gewicht zwischen 1.000 und 1.035 g/dl ($1.015 \pm 12.84 \text{ g/dl}$). 7 Kühe wiesen eine Ketonurie auf (eine Kuh ca. 50 mg/dl, ++; 6 Kühe ca. 150 mg/dl, +++). 5 Kühe wiesen kontaminationsbedingte Ei-

weiss- und 6 Kühe Blutspuren im Harn auf. Der Glukosegehalt war bei 3 Kühen leicht- bis mittelgradig erhöht.

6.1.6. Pansensaftbefunde der Gruppe C

Der pH-Wert des Pansensafts lag zwischen 7 und 9 (8.1 ± 0.74). Die Farbe war oliv, die Viskosität wässrig bis viskös und der Geruch fade bis aromatisch. Der durchschnittliche Chloridgehalt des Pansensafts variierte von 26 bis 74 mmol/l (47 ± 14.52 mmol/l).

6.2. Wägung des Futters

Um Rückschlüsse auf die tägliche Futteraufnahme ziehen zu können, wurden das verabreichte und das aus der Krippe entfernte Futter täglich gewogen. Die Daten waren jedoch nicht auswertbar, da das aus der Krippe entfernte Futter oft Wasserbeimengungen aus dem Tränkebecken enthielt.

6.3. Gruppe A: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen während 24 Stunden

6.3.1. Fressen

6.3.1.1. Druckaufzeichnungen beim Fressen

Beim Fressen war das Druckmuster viel unregelmässiger und die Höhe der Ausschläge variierte stark (Abb. 3). Auch die Abstände zwischen den Bissen waren verschieden. Es konnten auch kurze Unterbrüche entstehen, während denen keine Kaubewegungen registriert wurden, wie beispielsweise beim Herumwühlen im Futter. Diese waren jedoch nicht so regelmässig wie beim Wiederkauen.

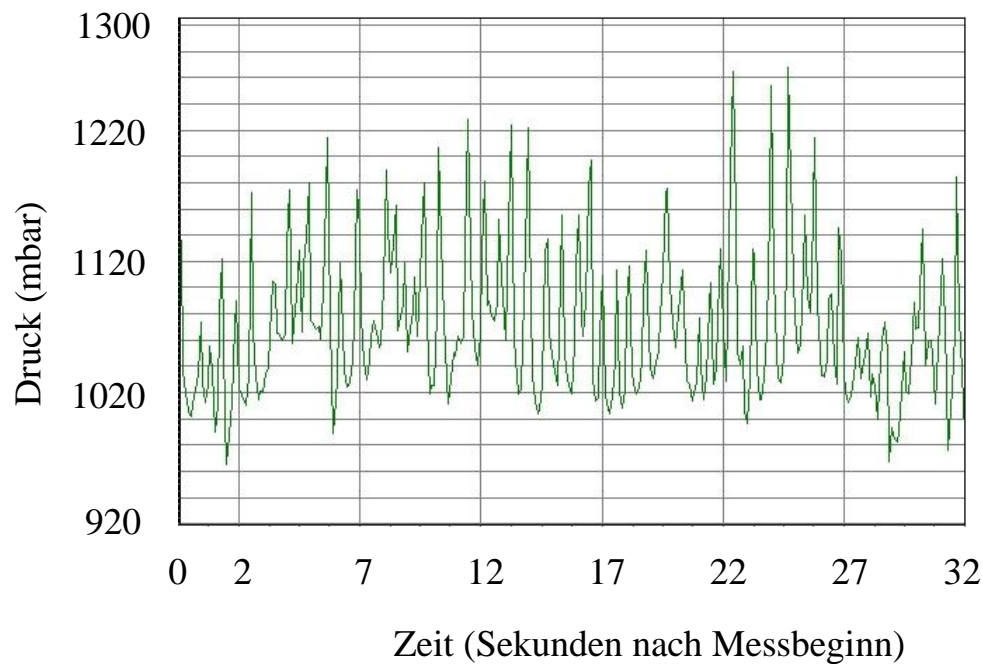


Abb. 3 : Druckverlauf bei einer 4-jährigen Braunviehkuh beim Fressen. Die Höhe der Ausschläge variiert deutlich.

6.3.1.2. Gesamtdauer des Fressens

Die Gesamtdauer des Fressens betrug bei der Aufzeichnung mit dem Logger 375 bis 497 Minuten (445.4 ± 44.47 Minuten) und bei der Direktbeobachtung 373 bis 505 Minuten (445 ± 44.65 Minuten) (Tab. 4). Es konnten keine signifikanten Unterschiede bezüglich der beiden Methoden festgestellt werden.

6.3.1.3. Anzahl und Dauer der Fressphasen

Die Anzahl der mit dem Datenlogger bzw. mittels Direktbeobachtung ermittelten Fressphasen variierte während der 24-stündigen Untersuchungszeit zwischen 12 und 19 (16 ± 1.88 Fressphasen) (Tab. 4, Abb. 4). Die beiden Aufzeichnungsmethoden ergaben identische Ergebnisse. Die Fressphasen wiesen bei der Aufzeichnung mit dem Logger eine Dauer von 22.0 bis 40.7 Minuten (28.3 ± 5.51 Min.) auf (Tab. 4). Bei der Direktbeobachtung variierten sie zwischen 22.5 und 40.0 Minuten (28.3 ± 5.34 Min.). Zwischen den beiden Methoden bestand kein signifikanter Unterschied.

Tab. 4: Gesamtdauer, Anzahl und Dauer der Fressphasen

Parameter	M	n	\bar{x}	s	Min.	Max.
Gesamtdauer des Fressens (Min.)	L	10	445.4	44.47	375	497
	D	10	445.0	44.65	373	505
Anzahl der Fressphasen	L	10	16	1.88	12	19
	D	10	16	1.88	12	19
Dauer der Fressphasen (Min.)	L	10	28.3	5.51	22.0	40.7
	D	10	28.3	5.34	22.5	40.0

M Messmethode, L Logger, D Direktbeobachtung

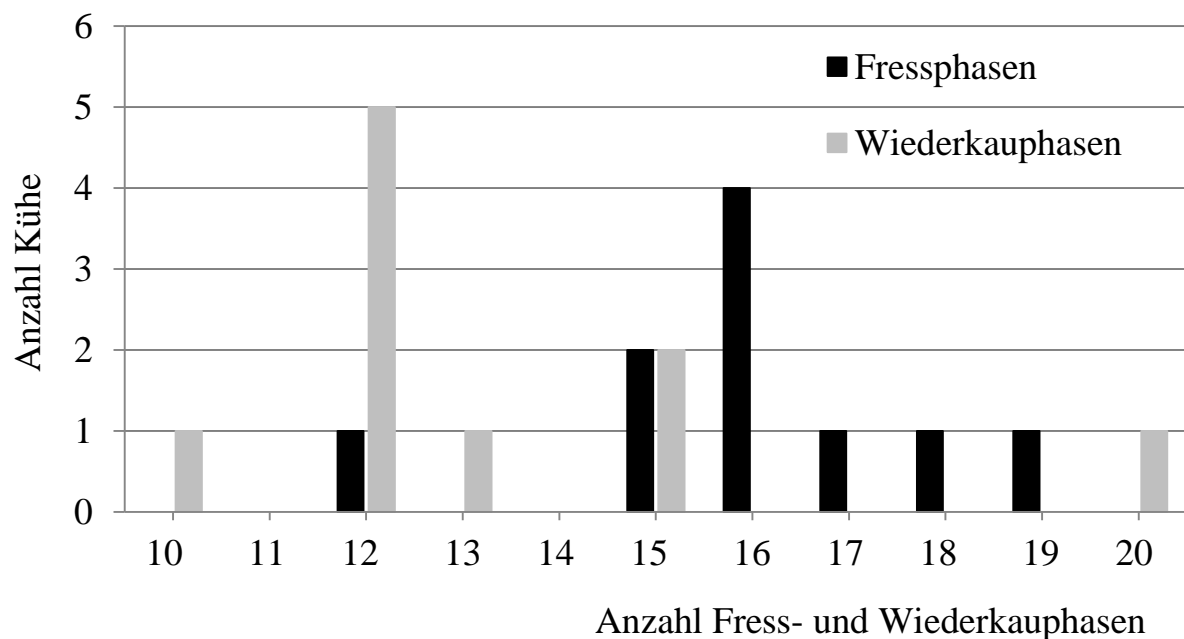


Abb. 4: Häufigkeitsverteilung der Fress- und Wiederkauphasen bei 10 Kühen während 24 Stunden

6.3.2. Wiederkauen

6.3.2.1. Druckaufzeichnungen beim Wiederkauen

Beim Wiederkauen führten die Kühe sehr regelmässige Kaubewegungen aus. Im Druckverlauf war dies an fast gleich hohen Ausschlägen deutlich erkennbar. Das regelmässige Druckmuster wurde jeweils beim Abschlucken des Bolus und der anschliessenden Rejektion eines neuen Futterbissens kurz unterbrochen, da bei diesen Vorgängen keine Kaubewegungen erfolgten (Abb. 5).

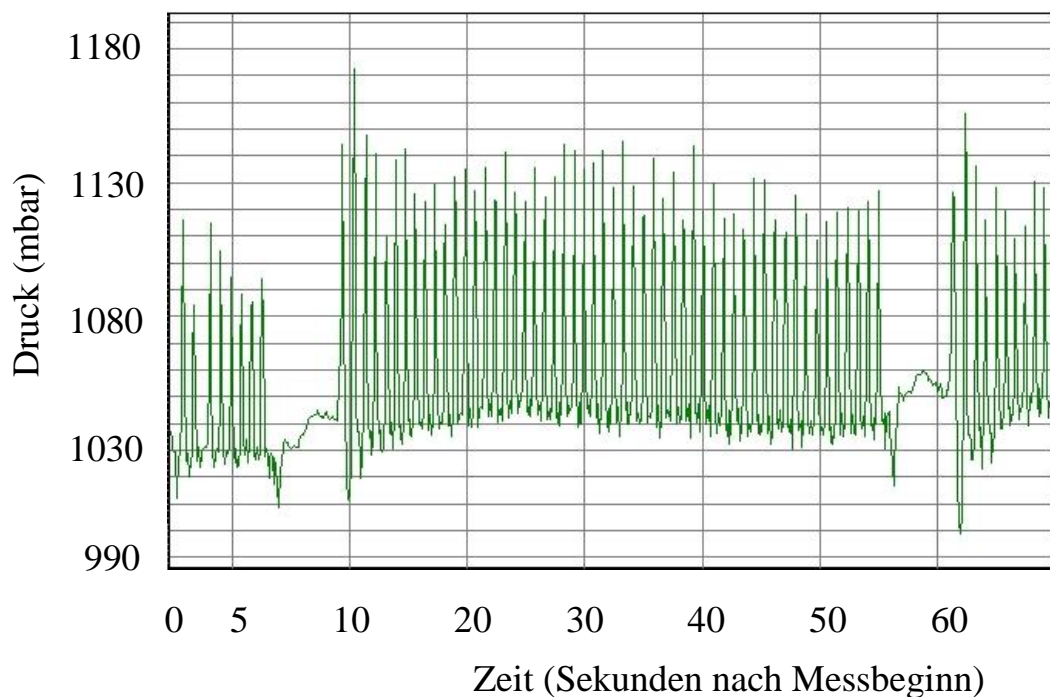


Abb. 5 : Druckverlauf bei einer 7-jährigen Schweizer Fleckviehkuh beim Wiederkauen. Die Pausen zwischen den Wiederkauboli sowie die fast gleich hohen Ausschläge sind für das Wiederkauen charakteristisch.

6.3.2.2. Gesamtdauer des Wiederkauens

Die Gesamtdauer des Wiederkauens lag bei der Aufzeichnung mit dem Logger zwischen 278 und 447 Minuten (388.3 ± 50.85 Minuten) (Tab. 5) und bei der Direktbeobachtung zwischen 284 und 454 Minuten (389.3 ± 50.63 Minuten).

6.3.2.3. Anzahl und Dauer der Wiederkauphasen

Die Anzahl der Wiederkauphasen lag bei beiden Aufzeichnungsmethoden zwischen 10 und 20 (13.3 ± 2.79) (Tab. 5). Auch die Dauer der Wiederkauphasen unterschied sich bei der Loggeraufzeichnung nicht signifikant von derjenigen bei der Direktbeobachtung (30.2 ± 2.11 vs. 30.3 ± 2.17 Minuten).

Tab. 5: Gesamtdauer, Anzahl und Dauer der Wiederkauphasen

Parameter	M	n	\bar{x}	s	Min.	Max.
Gesamtdauer des Wiederkauens (Min.)	L	10	388.3	50.85	278	447
	D	10	389.3	50.63	284	454
Anzahl der Wiederkauphasen	L	10	13.3	2.79	10	20
	D	10	13.3	2.79	10	20
Dauer der Wiederkauphasen (Min.)	L	10	30.2	2.11	18.6	38.0
	D	10	30.3	2.17	18.5	38.6

M Messmethode, L Logger, D Direktbeobachtung

6.3.2.4. Wiederkauboli und Kauschläge beim Wiederkauen

Die Anzahl der Wiederkauboli betrug bei der Direktbeobachtung 410 ± 46.94 pro Tag und variierte zwischen 348 und 478 Boli (Tab. 6). Bei der Aufzeichnung mit dem Logger lag die Anzahl Boli bei 410 ± 47.08 und schwankte zwischen 347 und 478 Boli pro Tag. Die Ergebnisse der Direktbeobachtung und der Loggeraufzeichnungen unterschieden sich nicht signifikant. Die Anzahl Kauschläge pro Bolus schwankte bei der Loggeraufzeichnung zwischen 44.3 und 69.4 (60.3 ± 2.56 Kauschläge) und bei der Direktbeobachtung zwischen 43.3 und 69.1 (60.0 ± 2.65 Kauschläge) (Tab. 6). Die Ergebnisse unterschieden sich nicht signifikant. Im Gegensatz dazu unterschied sich die Anzahl Kauschläge pro Tag zwischen den beiden Messmethoden signifikant ($P < 0.05$). Bei

der Loggeraufzeichnung wurden durchschnittlich $24'751 \pm 4'789$ und bei der Direktbeobachtung $24'669 \pm 4'833$ Kauschläge pro Tag ermittelt.

Tab. 6: Anzahl Wiederkauboli pro Tag, Anzahl Kauschläge pro Bolus und pro Tag beim Wiederkauen

Parameter	M	n	\bar{x}	s	Min.	Max.
Anzahl Boli pro Tag	L	10	410.0	47.08	347	478
	D	10	410.1	46.94	348	478
Anzahl Kauschläge pro Bolus	L	10	60.3	2.56	44.3	69.4
	D	10	60.0	2.65	43.3	69.1
Anzahl Kauschläge pro Tag beim Wiederkauen	L	10	24'751	4'789	15'369	31'893
	D	10	24'669*	4'833	15'057	31'770

M Messmethode, L Logger, D Direktbeobachtung

* Differenz zur Loggeraufzeichnung $P < 0.05$ (gepaarter t-Test)

6.3.3. Ruhen

6.3.3.1. Druckaufzeichnungen beim Ruhen oder bei anderen Aktivitäten

Beim Ruhen wurden über längere Zeiträume keine Kieferbewegungen registriert (Abb. 6). Alle anderen Druckmuster, die weder dem Fressen noch dem Wiederkauen oder Ruhen zugeordnet werden konnten, wurden als andere Aktivitäten bezeichnet (Abb. 7). In diesen Phasen waren keine regelmässigen Muster zu erkennen. So konnten beispielsweise beim Kratzen, bei Rankämpfen mit dem Nachbartier oder beim Trinken geringe bis hohe Drücke gemessen werden.

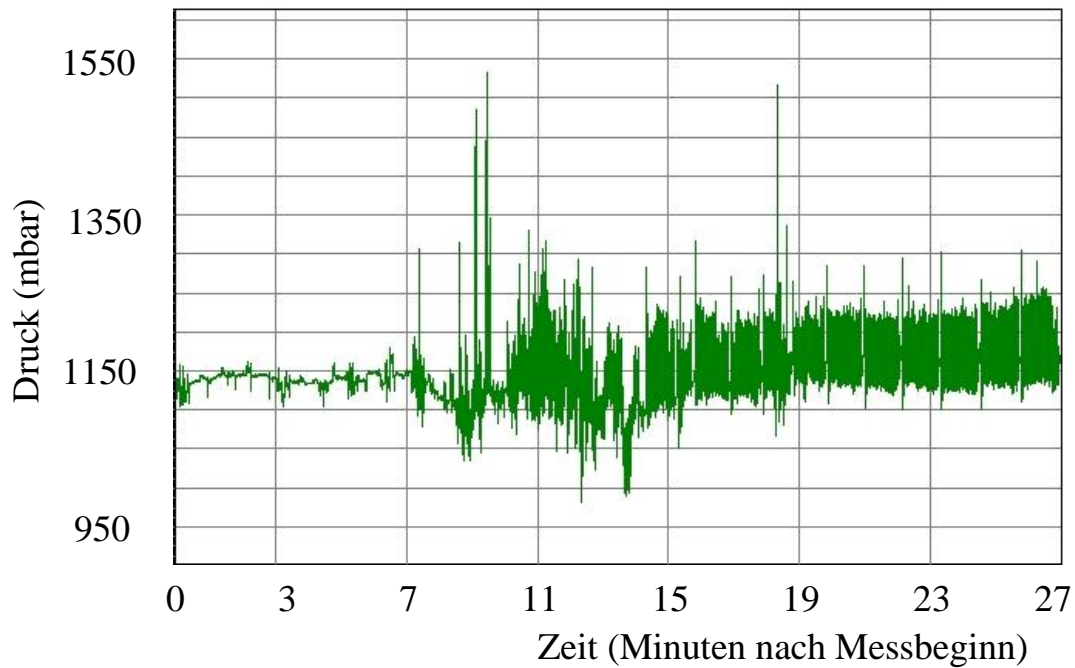


Abb. 6: Druckverlauf bei einer 5.5-jährigen Braunviehkuh beim Ruhen, Fressen und Wiederkauen. In den ersten 7 Minuten werden keine Kieferschläge registriert, dann beginnt sie zu fressen und ab der 15. Minute wiederzukauen.

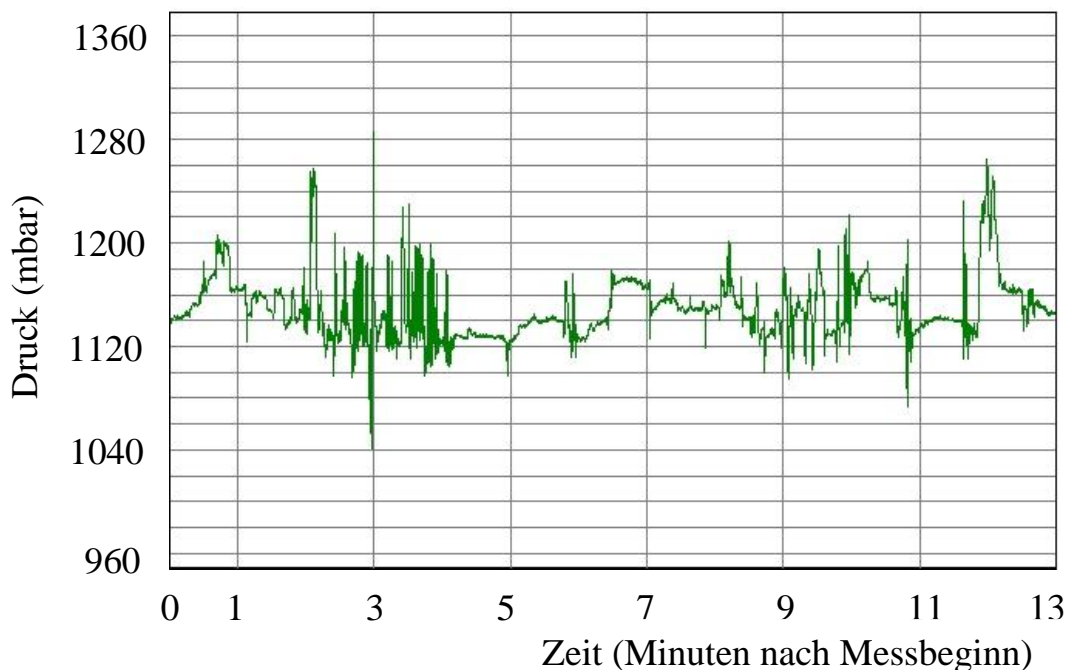


Abb. 7: Druckverlauf bei einer 3-jährigen Holstein Friesiankuh bei anderen Aktivitäten. Die ersten Ausschläge (bis zur Minute 4) sind bei der Körperpflege entstanden und die danach folgenden (Minute 8 bis Minute 12) beim Trinken.

6.3.3.2. Gesamtdauer des Ruhens

Die Gesamtdauer der Ruhephasen betrug bei der Loggeraufzeichnung 604.2 ± 64.42 Minuten und bei der Direktbeobachtung 605.7 ± 63.91 Minuten (Tab. 7). Es konnten keine signifikanten Unterschiede bezüglich der beiden Methoden festgestellt werden.

Tab. 7: Gesamtdauer, Anzahl und Dauer der Ruhephasen

Parameter	M	n	\bar{x}	s	Min.	Max.
Gesamtdauer der Ruhephasen (Min.)	L	10	604.2	64.42	505	687
	D	10	605.7	63.91	506	693
Anzahl der Ruhephasen	L	10	26.1	3.31	22	32
	D	10	26.1	3.31	22	32
Dauer der Ruhephasen (Min.)	L	10	23.5	1.21	18.2	30.8
	D	10	23.5	1.87	18.2	30.6

M Messmethode, L Logger, D Direktbeobachtung

6.3.3.3. Anzahl und Dauer der Ruhephasen

Bei beiden Aufzeichnungsmethoden wurden 26.1 ± 3.31 Ruhephasen beobachtet (Tab. 7). Die beiden Aufzeichnungsmethoden ergaben identische Ergebnisse. Bei der Aufzeichnung mit dem Logger wiesen die Ruhephasen eine Dauer von 18.2 bis 30.8 Minuten (23.5 ± 1.21 Min.) auf (Tab. 7). Bei der Direktbeobachtung schwankten diese zwischen 18.2 und 30.6 Minuten (23.5 ± 1.87 Min.). Auch hier bestand zwischen den beiden Methoden kein signifikanter Unterschied.

6.3.4. Korrelationen zwischen Loggeraufzeichnung und Direktbeobachtung

Für die Parameter Fress-, Wiederkau- und Ruhedauer sowie der Anzahl und die Dauer der Fress-, Wiederkau- und Ruhedauer bestanden sehr hohe Korrelationen zwischen der Loggeraufzeichnung und der Direktbeobachtung (Tab. 8). Die Korrelationskoeffizienten r lagen zwischen 0.98 und 1.00. Ebenfalls eine hohe Korrelation mit einem r -Wert von 0.72 wies die Beziehung Anzahl der Fressphasen (Direktbeobachtung) und Dauer der Fressphasen (Loggeraufzeichnung) auf. Die übrigen Korrelationen lagen zwischen 0.01 und 0.69.

Tab. 8: Korrelationskoeffizienten r zwischen den verschiedenen Messparametern

Direkt- beobachtung	Loggeraufzeichnung								
	Fress- dauer	Anzahl Fress- phasen	Dauer Fress- phasen	Wieder- kaudauer	Anzahl Wieder- kauphasen	Dauer Wieder- kauphasen	Ruhe- dauer	Anzahl Ruhe- phasen	Dauer Ruhe- phasen
Fressdauer	0.98**	0.05	0.48*	0.01	0.04	0.01	0.36	0.11	0.01
Anzahl Fressphasen	0.10	1.00**	0.72**	0.01	0.02	0.01	0.03	0.17	0.04
Dauer Fressphasen	0.59**	0.69**	0.99**	0.01	0.01	0.01	0.29	0.24	0.01
Wiederkaudauer	0.02	0.01	0.01	0.99**	0.01	0.46*	0.53*	0.02	0.42*
Anzahl Wiederkau- phasen	0.05	0.02	0.01	0.01	1.00**	0.60**	0.03	0.46*	0.16
Dauer Wiederkau- phasen	0.01	0.01	0.01	0.37	0.61**	0.99**	0.20	0.16	0.01
Ruhedauer	0.35	0.03	0.27	0.51*	0.05	0.24	0.99**	0.01	0.36
Anzahl Ruhephasen	0.15	0.17	0.26	0.03	0.46*	0.15	0.01	1.00**	0.52*
Dauer Ruhephasen	0.01	0.04	0.01	0.46*	0.15	0.01	0.39	0.51*	0.99**

*P < 0.05, **P < 0.01

6.4. Gruppe B: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen während 5 Tagen

6.4.1. Fressen

6.4.1.1. Gesamtdauer des Fressens

Die Gesamtdauer der Fressens lag an den Tagen 1 bis 5 zwischen 425.0 ± 42.72 (Tag 5) und 469.1 ± 72.20 Minuten (Tag 3; Tab. 9). Die einzelnen Tage unterschieden sich nicht signifikant.

Tab. 9: Gesamtdauer, Anzahl und Dauer der Fressphasen über 5 Tage

Tag	n	Gesamtdauer des Fressens (Min.)	Anzahl der Fressphasen	Dauer der Fressphasen (Min.)
1	10	441.4 ± 64.55 (363 – 580)	13.7 ± 4.44 (8 – 21)	36.8 ± 11.35 (20.4 – 50.2)
2	10	432.8 ± 69.89 (332 – 523)	12.1 ± 2.88 (9 – 19)	37.2 ± 9.06 (20.6 – 51.1)
3	9*	469.1 ± 72.20 (326 – 540)	12.2 ± 1.98 (10 – 17)	38.8 ± 8.62 (27.2 – 55.2)
4	10	455.7 ± 57.55 (368 – 551)	11.7 ± 1.70 (9 – 14)	39.3 ± 9.61 (27.9 – 61.2)
5	10	425.0 ± 42.72 (392 – 530)	11.2 ± 1.54 (9 – 14)	38.5 ± 5.93 (31.3– 49.4)

* Am Tag 3 konnten nur bei neun Kühen Werte erhoben werden, da bei einer Kuh das Messhalfter beschädigt war.

6.4.1.2. Anzahl und Dauer der Fressphasen

Die Anzahl der Fressphasen variierte vom Tag 1 bis zum Tag 5 zwischen 11.2 ± 1.54 (Tag 5) und 13.7 ± 4.44 (Tag 1; Tab. 9). Zwischen den Tagen bestanden in Bezug auf die Anzahl Fressphasen keine signifikanten Unterschiede. Das Gleiche

che gilt für die Dauer der einzelnen Fressphasen, welche zwischen 36.8 ± 11.35 (Tag 1) und 39.3 ± 9.61 Minuten (Tag 4; Tab. 9) schwankte.

6.4.2. Wiederkauen

6.4.2.1. Gesamtdauer des Wiederkauens

Die Gesamtdauer des Wiederkauens lag an den Tagen 1 bis 5 zwischen 441.2 ± 69.20 (Tag 1) und 478.9 ± 55.47 Minuten (Tag 5; Tab. 10). Die einzelnen Tage unterschieden sich nicht signifikant.

Tab. 10: Gesamtdauer, Anzahl und Dauer der Wiederkauphasen über 5 Tage

Tag	n	Gesamtdauer des Wiederkauens (Min.)	Anzahl der Wiederkauphasen	Dauer der Wiederkauphasen (Min.)
1	10	441.2 ± 69.20 (331 – 524)	13.7 ± 2.75 (10 – 18)	32.8 ± 5.87 (27.1 – 47.6)
2	10	460.9 ± 49.14 (381 – 546)	14.4 ± 2.45 (11 – 18)	33.2 ± 5.31 (25.6 – 45.5)
3	9	474.6 ± 34.14 (431 – 527)	12.9 ± 2.26 (10 – 16)	38.0 ± 8.35 (27.9 – 52.7)
4	10	478.5 ± 41.84 (429 – 535)	14.3 ± 2.21 (12 – 19)	34.7 ± 4.33 (28.8 – 42.5)
5	10	478.9 ± 55.47 (368 – 542)	13.8 ± 2.20 (11 – 17)	34.6 ± 5.07 (28.3 – 42.8)

6.4.2.2. Anzahl und Dauer der Wiederkauphasen

Die Anzahl der Wiederkauphasen variierte vom Tag 1 bis zum Tag 5 zwischen 12.9 ± 2.26 (Tag 3) und 14.4 ± 2.45 (Tag 2; Tab. 10). Zwischen den Tagen bestanden in Bezug auf die Anzahl Wiederkauphasen keine signifikanten Unterschiede. Das Gleiche gilt für die Dauer der einzelnen Wiederkauphasen,

welche zwischen 32.8 ± 5.87 (Tag 1) und 38.0 ± 8.35 Minuten (Tag 3; Tab. 10) schwankten.

6.4.2.3. Wiederkauboli und Kauschläge beim Wiederkauen

Die Anzahl Wiederkauboli variierte zwischen 475.1 ± 112.26 (Tag 1) und 532.9 ± 82.87 (Tag 4; Tab. 11). Die Anzahl Kauschläge pro Bolus lag zwischen 57.9 ± 4.37 (Tag 1) und 60.3 ± 4.28 (Tag 4; Tab. 11) und die Anzahl Kauschläge pro Tag zwischen $27'351 \pm 6'180$ (Tag 1) und $32'003 \pm 4'804$ (Tag 4; Tab. 11). Die einzelnen Tage unterschieden sich in Bezug auf die drei Parameter nicht signifikant.

Tab. 11: Anzahl Wiederkauboli und Anzahl Kauschläge pro Bolus und Tag beim Wiederkauen

Tag	n	Anzahl Boli	Kauschläge pro Bolus	Kauschläge pro Tag beim Wiederkauen
1	10	475.1 ± 112.26 (307 – 663)	57.9 ± 4.37 (52.3 – 65.3)	$27'351 \pm 6'180$ (19'636 – 39'864)
2	10	508.5 ± 86.40 (374 – 666)	60.0 ± 4.93 (49.9 – 68.0)	$30'308 \pm 4'607$ (23'209 – 40'897)
3	9	485.7 ± 101.57 (343 – 667)	59.8 ± 3.65 (55.5 – 67.4)	$29'223 \pm 7'416$ (19'043 – 44'963)
4	10	532.9 ± 82.87 (419 – 681)	60.3 ± 4.28 (52.1 – 64.4)	$32'003 \pm 4'804$ (26'549 – 43'831)
5	10	532.1 ± 76.75 (401 – 633)	59.3 ± 5.49 (51.7 – 66.0)	$31'367 \pm 3'919$ (26'430 – 38'901)

6.4.3. Ruhen

6.4.3.1. Gesamtdauer des Ruhens

Die Gesamtdauer der Ruhephasen lag zwischen 496.3 ± 96.59 (Tag 3) und 557.4 ± 94.13 Minuten (Tag 1; Tab. 12). Die einzelnen Tage unterschieden sich nicht signifikant.

Tab. 12: Gesamtdauer, Anzahl und Dauer der Ruhephasen über 5 Tage

Tag	n	Gesamtdauer des Ruhens (Min.)	Anzahl der Ruhephasen	Dauer der Ruhephasen (Min.)
1	10	557.4 ± 94.13 (336 – 708)	20.2 ± 3.93 (15 – 26)	28.6 ± 7.73 (22.3 – 47.2)
2	10	546.3 ± 68.15 (383 – 593)	20.3 ± 3.71 (15 – 26)	27.6 ± 5.48 (21.3 – 39.1)
3	9	496.3 ± 96.59 (361 – 683)	17.7 ± 4.06 (13 – 24)	28.3 ± 5.46 (21.4 – 39.4)
4	10	505.8 ± 90.74 (379 – 623)	18.5 ± 2.87 (15 – 25)	28.2 ± 5.98 (21.1 – 34.1)
5	10	536.1 ± 64.74 (473 – 668)	17.8 ± 3.45 (11 – 22)	31.6 ± 8.09 (23.6 – 53.0)

6.4.3.2. Anzahl und Dauer der Ruhephasen

Die Anzahl Ruhephasen variierte vom Tag 1 bis zum Tag 5 zwischen 17.7 ± 4.06 (Tag 3) und 20.3 ± 3.71 (Tag 2; Tab. 12). Die Dauer der Ruhephasen schwankte zwischen 27.6 ± 5.48 (Tag 2) und 31.6 ± 8.09 Minuten (Tag 5; Tab. 12). Die Werte der einzelnen Tage unterschieden sich weder für die Anzahl noch für die Dauer der Ruhephasen signifikant.

6.5. Gruppe C: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen nach linksseitiger Labmagenverlagerung

6.5.1. Fressen

6.5.1.1. Gesamtdauer des Fressens

Die Gesamtdauer des Fressens betrug am ersten Tag nach der Operation 383.8 ± 112.15 Minuten (Tab. 13). Sie veränderte sich bis zum Tag 5, an welchem sie 408.9 ± 96.03 Minuten betrug, nicht signifikant.

Tab. 13: Gesamtdauer, Anzahl und Dauer der Fressphasen bei 10 Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung

Tag	n	Gesamtdauer des Fressens (Min.)	Anzahl der Fressphasen	Dauer der Fressphasen (Min.)
1	10	383.8 ± 112.15 (259 – 598)	12.2 ± 3.43 (9 – 21)	33.2 ± 13.87 (16.9 – 66.4)
2	10	476.5 ± 61.13 (392 – 598)	13.6 ± 2.37 (9 – 16)	36.2 ± 7.87 (29.7 – 54.4)
3	10	438.3 ± 72.05 (364 – 510)	12.4 ± 2.17 (9 – 15)	36.4 ± 9.34 (24.4 – 52.9)
4	10	438.5 ± 69.94 (304 – 536)	12.7 ± 1.89 (10 – 15)	34.6 ± 5.60 (25.3 – 44.7)
5	10	408.9 ± 96.03 (251 – 566)	12.9 ± 2.28 (10 – 16)	33.3 ± 9.93 (16.7 – 50.6)

6.5.1.2. Anzahl und Dauer der Fressphasen

Die Anzahl Fressphasen schwankte post operationem zwischen 12.2 ± 3.43 am Tag 1 und 12.9 ± 2.28 am Tag 5 (Tab. 13). Die Fressphasen wiesen eine Dauer von 33.2 ± 13.87 Minuten am Tag 1 und 33.3 ± 9.93 Minuten am Tag 5 auf (Tab. 13). Bei der Anzahl und Dauer der Fressphasen bestand kein signifikanter Unterschied über die 5 Tage post operationem.

6.5.2. Wiederkauen

6.5.2.1. Gesamtdauer des Wiederkauens

Die gesamte Wiederkauzeit (Gesamtdauer des Wiederkauens) nahm vom Tag 1 (378 ± 116.21 Minuten) bis zum Tag 2 (496.0 ± 76.75 Minuten) und vom Tag 1 bis zum Tag 5 (501.4 ± 71.43 Minuten) post operationem signifikant zu ($P < 0.05$) (Tab. 14).

Tab. 14: Gesamtdauer, Anzahl und Dauer der Wiederkauphasen bei 10 Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung

Tag	n	Gesamtdauer des Wiederkauens (Min.)	Anzahl der Wiederkauphasen	Dauer der Wiederkauphasen (Min.)
1	10	378.4 ± 118.32 (191 – 542)	12.9 ± 3.48 (7 – 17)	30.7 ± 7.17 (22.1 – 41.8)
2	10	$496.0 \pm 76.75^*$ (398 – 603)	13.9 ± 2.81 (10 – 18)	37.4 ± 10.23 (25.9 – 55.8)
3	10	487.6 ± 88.94 (345 – 654)	14.4 ± 3.37 (10 – 19)	35.0 ± 5.97 (26.3 – 46)
4	10	481.9 ± 82.35 (356 – 598)	14.1 ± 2.56 (11 – 19)	34.9 ± 6.45 (24.7 – 45.8)
5	10	$501.4 \pm 71.43^*$ (403 – 616)	14.5 ± 3.37 (8 – 19)	36.2 ± 9.30 (28.3 – 42.8)

*Differenz zu Tag 1 $P < 0.05$ (Bonferroni-Test)

6.5.2.2. Anzahl und Dauer der Wiederkauphasen

Die Anzahl der Wiederkauphasen variierte post operationem zwischen 12.9 ± 3.48 am Tag 1 und 14.5 ± 3.37 am Tag 5 (Tab. 14). Die Dauer der Wiederkauphasen lag zwischen 30.7 ± 7.17 Minuten am ersten Tag und 36.2 ± 9.30

Minuten am fünften Tag (Tab. 14). Weder die Anzahl noch die Dauer der Wiederkauphasen änderten sich über die Untersuchungsperiode signifikant.

6.5.2.3. Wiederkauboli und Kauschläge beim Wiederkauen

Die Anzahl Wiederkauboli variierte nach der Operation zwischen 465.4 ± 121.89 am Tag 1 und 549.6 ± 85.00 am Tag 5 (Tab.15). Während der Untersuchungsdauer konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Die Anzahl Kauschläge pro Bolus stieg im Verlauf der Untersuchungsperiode signifikant an, nämlich von 43.0 ± 6.19 am Tag 1 auf 54.0 ± 6.33 am Tag 5 ($P < 0.05$) (Tab. 15). Das Gleiche gilt für die Anzahl Wiederkauschläge pro Tag, welche von $19'891 \pm 5'308$ am Tag 1 auf $29'879 \pm 6'595$ am Tag 5 anstieg ($P < 0.05$).

Tab. 15: Wiederkauboli und Kauschläge beim Wiederkauen bei 10 Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung

Tag	n	Anzahl Boli	Kauschläge pro Bolus	Kauschläge pro Tag beim Wiederkauen
1	10	465.4 ± 121.89 (255 – 625)	43.0 ± 6.19 (33.6 – 57.2)	$19'891 \pm 5'308$ (10'278 – 27'404)
2	10	573.6 ± 71.71 (457 – 675)	47.2 ± 8.16 (36.2 – 64.4)	$27'352 \pm 7'380$ (17'625 – 43'635)
3	10	521.2 ± 73.12 (416 – 634)	50.1 ± 5.85 (39.6 – 58.5)	$26'337 \pm 5'840$ (16'630 – 30'453)
4	10	536.1 ± 67.41 (421 – 658)	$52.2 \pm 5.18^*$ (45.5 – 64.4)	$28'179 \pm 6'030$ (21'348 – 42'605)
5	10	549.6 ± 85.00 (440 – 679)	$54.0 \pm 6.33^*$ (46.8 – 64.6)	$29'879 \pm 6'595^*$ (22'124 – 43'821)

*Differenz zum Tag 1 $P < 0.05$ (Bonferroni-Test)

6.5.3. Ruhen

6.5.3.1. Gesamtdauer des Ruhens

Die gesamte Ruhephase wies am Tag 1 eine Dauer von 678.1 ± 120.38 Minuten auf (Tab. 16). An den Tagen 2 bis 5 war sie mit Werten zwischen 464.5 ± 82.49 und 529.7 ± 102.59 Minuten signifikant kürzer ($P < 0.05$).

Tab. 16: Gesamtdauer, Anzahl und Dauer der Ruhephasen bei 10 Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung

Tag	n	Gesamtdauer des Ruhens (Min.)	Anzahl der Ruhephasen	Dauer der Ruhephasen (Min.)
1	10	678.1 ± 120.38 (441 – 807)	16.8 ± 5.73 (5 – 24)	46.1 ± 25.03 (25.9 – 70.5)
2	10	$464.5 \pm 82.49^*$ (365 – 607)	17.2 ± 3.12 (11 – 23)	$27.9 \pm 8.89^*$ (19.5 – 50.2)
3	10	$510.1 \pm 57.62^*$ (420 – 571)	17.7 ± 4.40 (12 – 24)	30.0 ± 6.72 (18.3 – 39.6)
4	10	$518.6 \pm 80.70^*$ (366 – 625)	16.3 ± 4.60 (9 – 24)	33.3 ± 11.23 (22.9 – 60.9)
5	10	$529.7 \pm 102.59^*$ (379 – 686)	16.1 ± 5.07 (10 – 25)	34.0 ± 8.14 (24.4 – 51.6)

*Differenz zum Tag 1 $P < 0.05$ (Bonferroni-Test)

6.5.3.2. Anzahl und Dauer der Ruhephasen

Die Anzahl der Ruhephasen änderte sich während der Untersuchungszeit nicht signifikant. Sie lag zwischen 16.8 ± 5.73 am Tag 1 und 16.1 ± 5.07 am Tag 5 (Tab. 16). Im Gegensatz dazu kam es vom Tag 1 bis zum Tag 2 zu einer signifikanten Verkürzung der Ruhephasen von 46.1 ± 25.03 Minuten am Tag 1 auf

27.9 ± 8.89 Minuten am Tag 2 ($P < 0.05$) (Tab. 16). Danach blieb die Dauer der Ruhephasen bis zum Ende der Untersuchungsperiode annähernd konstant.

6.6. Vergleich zwischen den gesunden und den an linksseitiger Labmagenverlagerung erkrankten Kühen

6.6.1. Fressen

6.6.1.1. Gesamtdauer des Fressens

Die Fressdauer der gesunden und operierten Kühe unterschied sich über die gesamte Untersuchungsperiode nicht signifikant (Abb. 8).

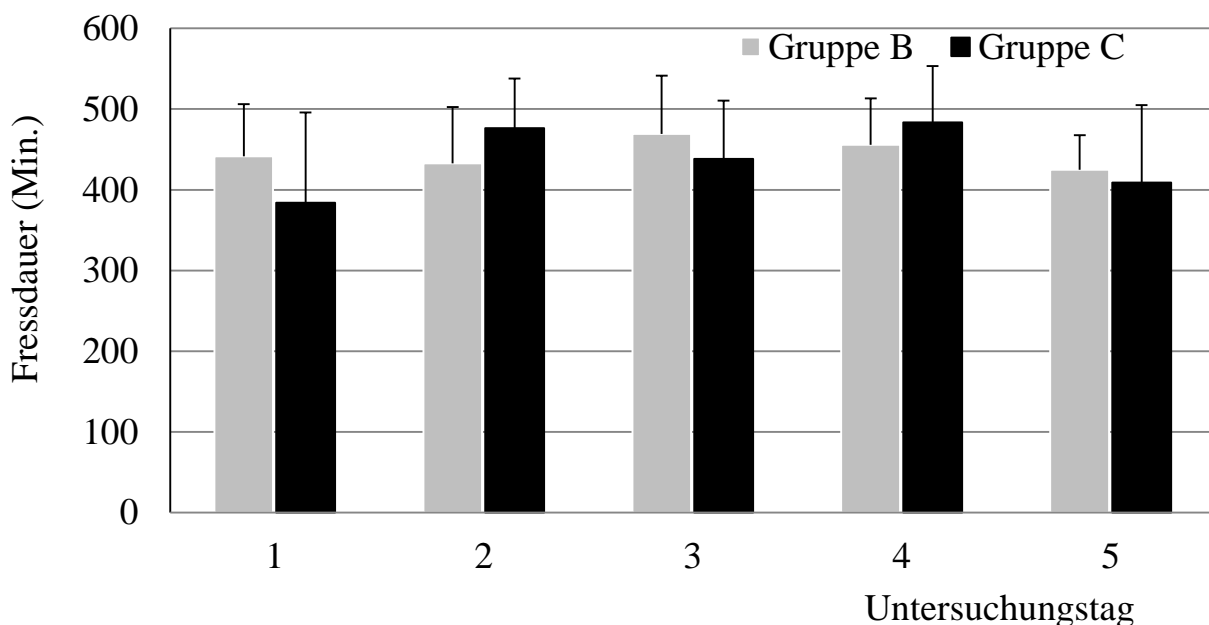


Abb. 8: Fressdauer an den Tagen 1 bis 5 bei 10 gesunden und 10 an linksseitiger Labmagenverlagerung erkrankten Kühen (Mittelwerte und Standardabweichungen)

6.6.1.2. Anzahl und Dauer der Fressphasen

Die Anzahl und die Dauer der Fressphasen der beiden Gruppen unterschieden sich über die gesamte Untersuchungsperiode nicht signifikant (Abb. 9 und 10).

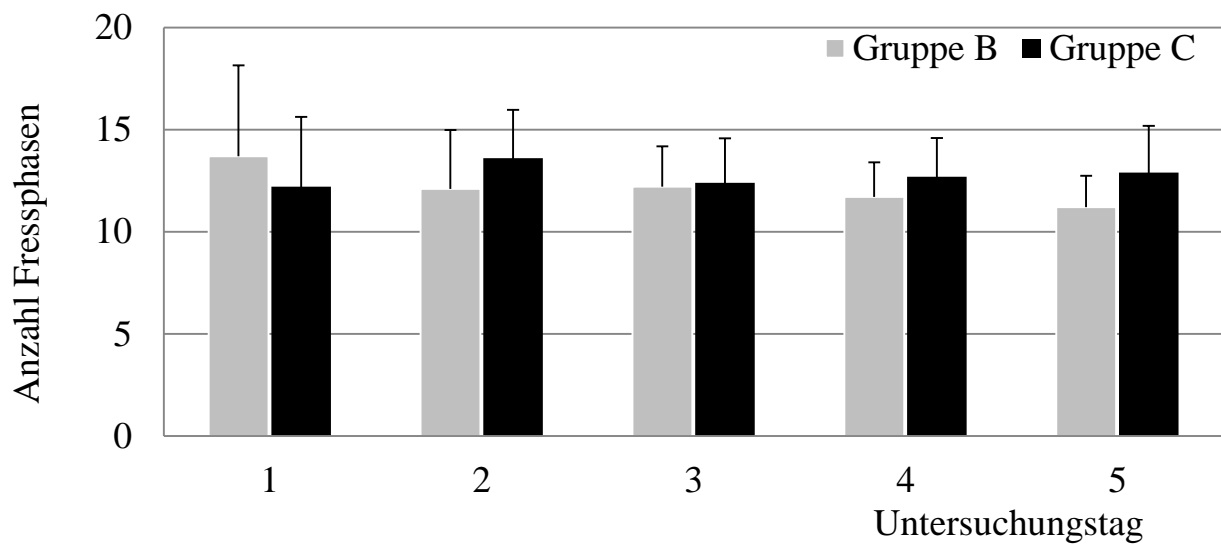


Abb. 9: Anzahl der Fressphasen an den Tagen 1 bis 5 bei 10 gesunden und 10 an linksseitiger Labmagenverlagerung erkrankten Kühen (Mittelwerte und Standardabweichungen)

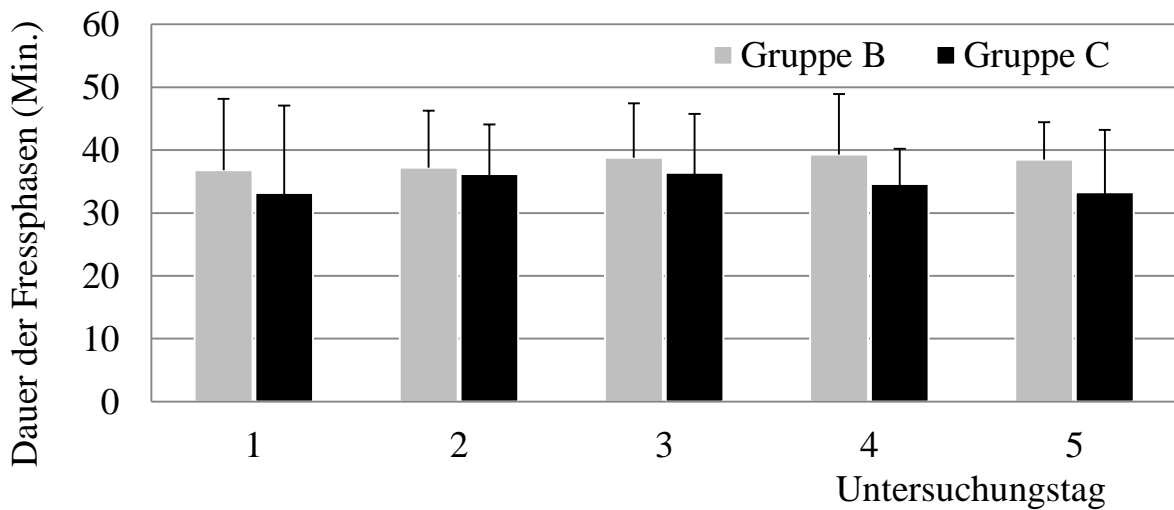


Abb. 10: Dauer der Fressphasen an den Tagen 1 bis 5 bei 10 gesunden und 10 an linksseitiger Labmagenverlagerung erkrankten Kühen (Mittelwerte und Standardabweichungen)

6.6.2. Wiederkauen

6.6.2.1. Gesamtdauer des Wiederkauens

Die Wiederkaudauer der gesunden und operierten Kühe unterschied sich über die gesamte Untersuchungsperiode nicht signifikant (Abb. 11).

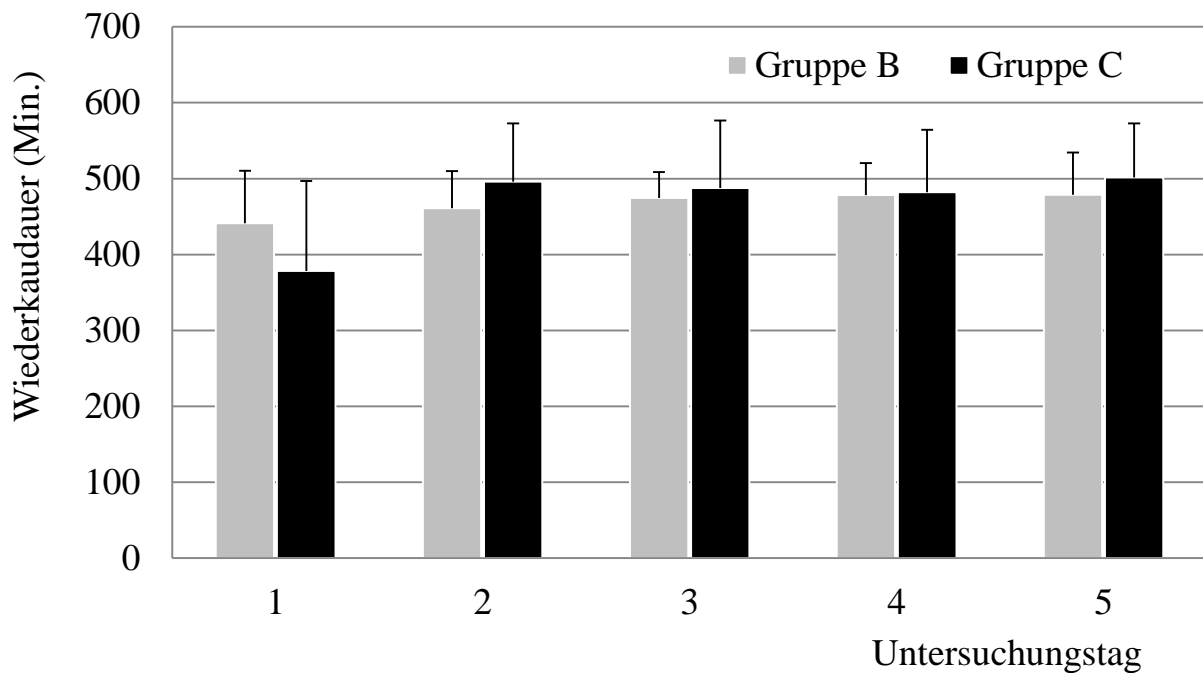


Abb. 11: Wiederkaudauer an den Tagen 1 bis 5 bei 10 gesunden und 10 an linksseitiger Labmagenverlagerung erkrankten Kühen (Mittelwerte und Standardabweichungen)

6.6.2.2. Anzahl und Dauer der Wiederkauphasen

Die Anzahl und die Dauer der Wiederkauphasen der beiden Gruppen unterschieden sich über die gesamte Untersuchungsperiode nicht signifikant (Abb. 12 und 13).

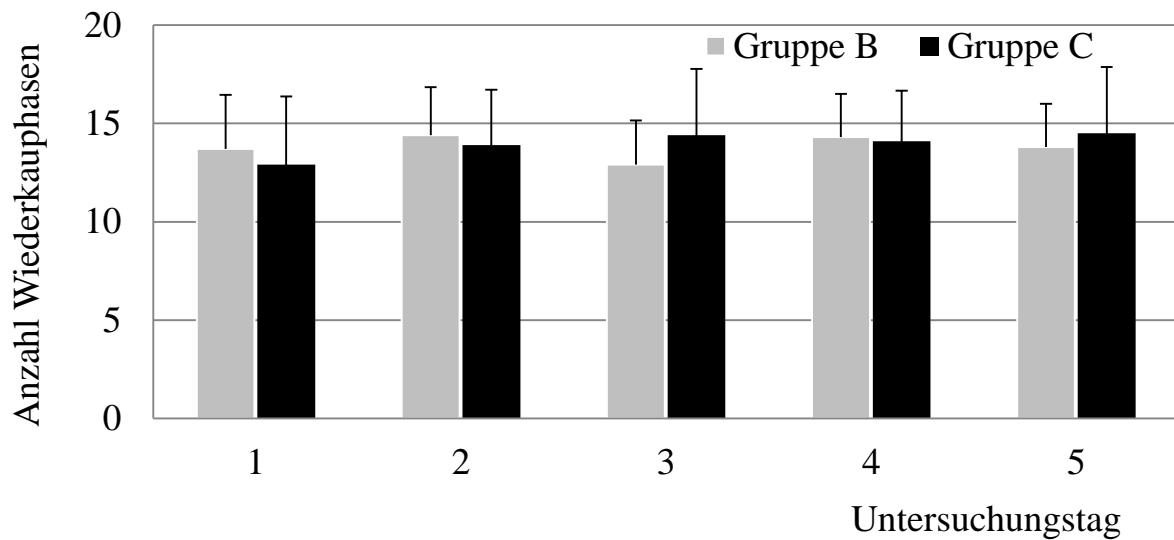


Abb. 12: Anzahl der Wiederkauphasen an den Tagen 1 bis 5 bei 10 gesunden und 10 an linksseitiger Labmagenverlagerung erkrankten Kühen (Mittelwerte und Standardabweichungen)

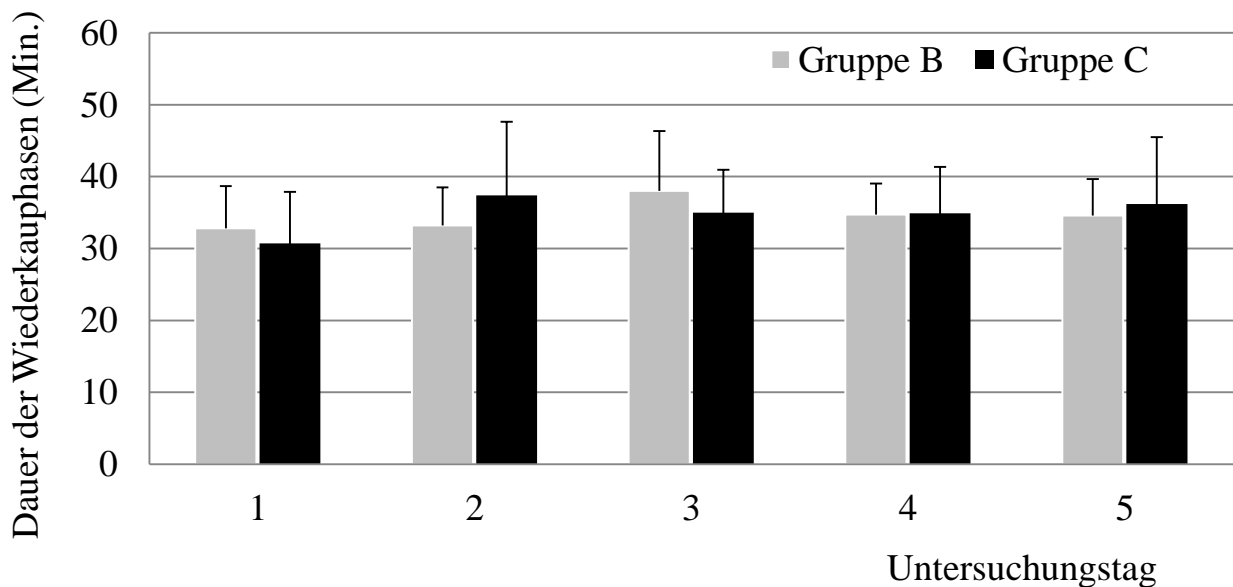


Abb. 13: Dauer der Wiederkauphasen an den Tagen 1 bis 5 bei 10 gesunden und 10 an linksseitiger Labmagenverlagerung erkrankten Kühen (Mittelwerte und Standardabweichungen)

6.6.2.3. Wiederkauboli und Kauschläge beim Wiederkauen

Anzahl Wiederkauboli

Bei der Anzahl Wiederkauboli pro Tag konnte zwischen den gesunden und den operierten Kühen über die gesamte Untersuchungsperiode kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden (Abb.14).

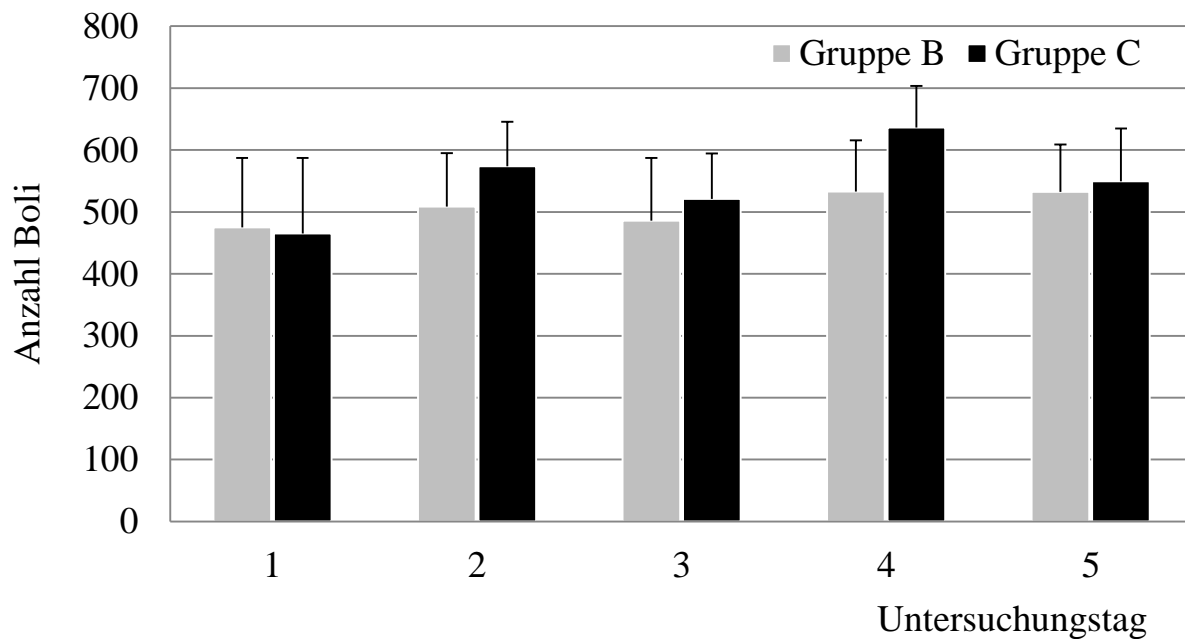


Abb. 14: Anzahl der Wiederkauboli an den Tagen 1 bis 5 bei 10 gesunden und 10 an linksseitiger Labmagenverlagerung erkrankten Kühen (Mittelwerte und Standardabweichungen)

Anzahl Kauschläge pro Bolus und Tag beim Wiederkauen

Die Anzahl Kauschläge pro Bolus und die Anzahl Kauschläge pro Tag der beiden Gruppen unterschieden sich signifikant ($P < 0.01$). So wiesen die Kühe der Gruppe B über die gesamte Untersuchungsperiode mehr Kauschläge pro Bolus auf als diejenigen der Gruppe C (Abb. 15). Das Gleiche gilt für die Kauschläge pro Tag beim Wiederkauen (Abb. 16).

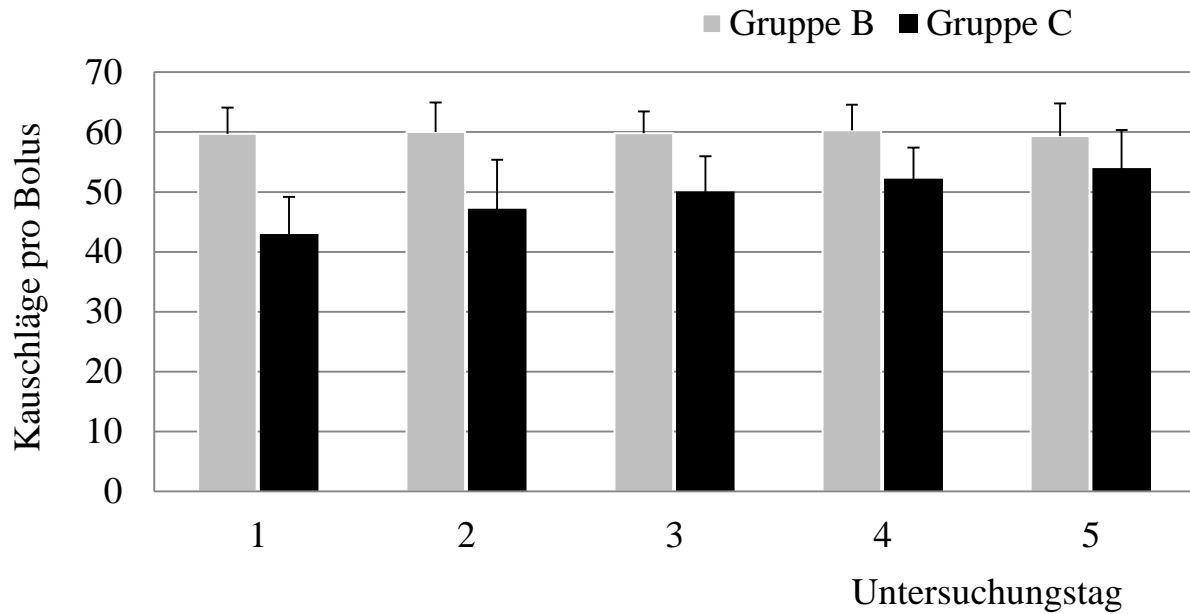


Abb. 15: Anzahl der Kauschläge pro Bolus an den Tagen 1 bis 5 bei 10 gesunden und 10 an linksseitiger Labmagenverlagerung erkrankten Kühen (Mittelwerte und Standardabweichungen)

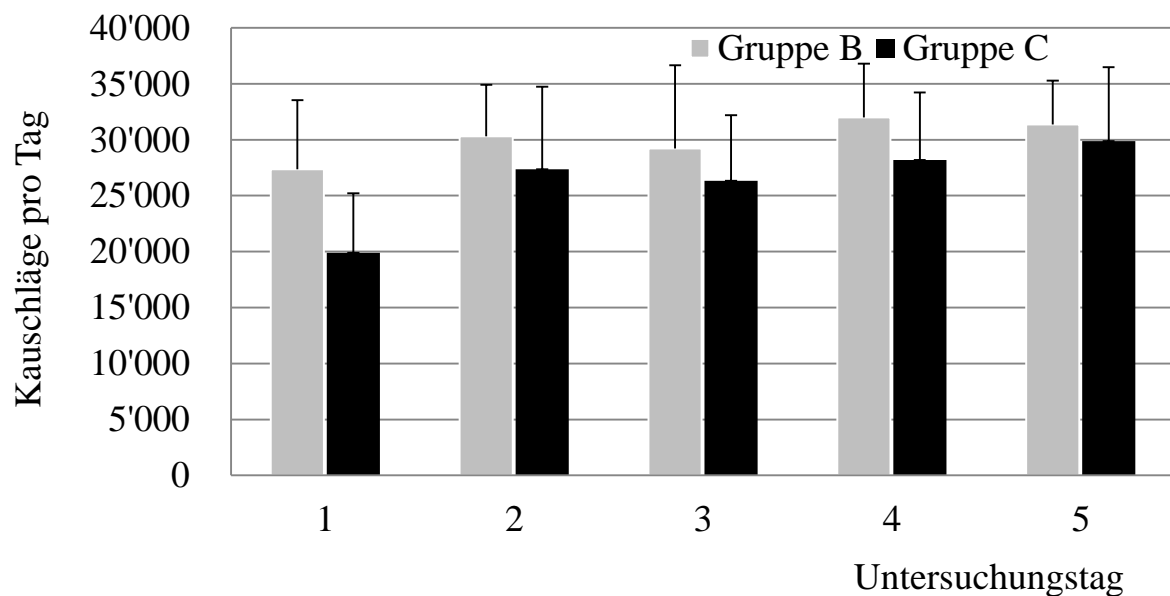


Abb. 16: Anzahl der Kauschläge pro Tag beim Wiederkauen an den Tagen 1 bis 5 bei 10 gesunden und 10 an linksseitiger Labmagenverlagerung erkrankten Kühen (Mittelwerte und Standardabweichungen)

6.6.3. Ruhen

6.6.3.1. Gesamtdauer des Ruhens

Die Ruhedauer der gesunden und operierten Kühe unterschied sich über die gesamte Untersuchungsperiode nicht signifikant (Abb. 17).

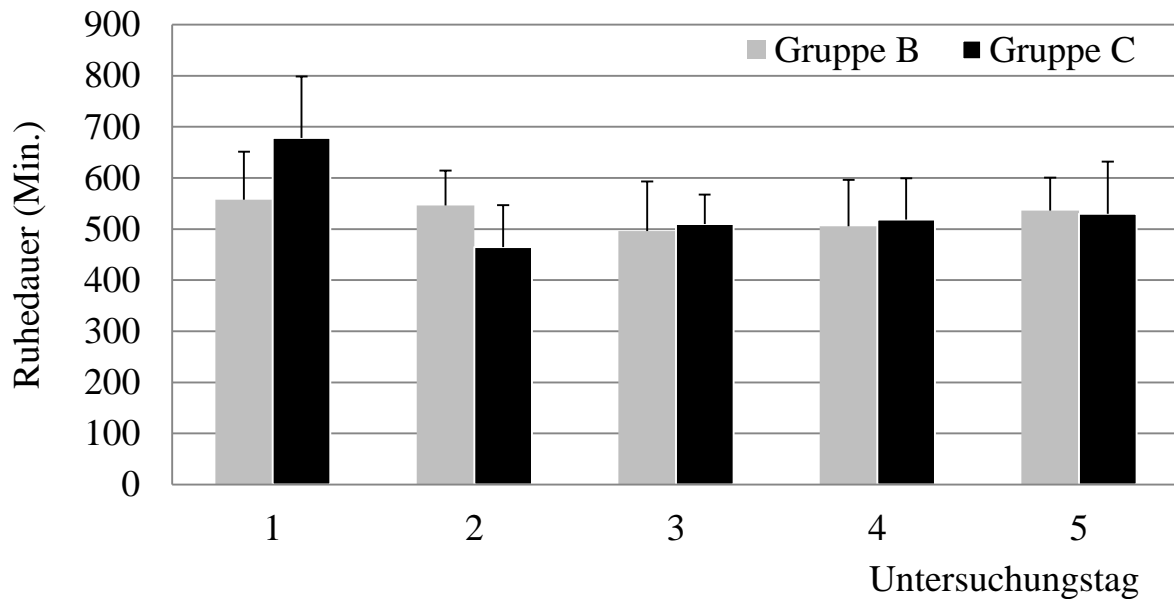


Abb.17: Ruhedauer an den Tagen 1 bis 5 bei 10 gesunden und 10 an linksseitiger Labmagenverlagerung erkrankten Kühen (Mittelwerte und Standardabweichungen)

6.6.3.2. Anzahl und Dauer der Ruhephasen

In Bezug auf die Anzahl der Ruhephasen unterschieden sich die beiden Gruppen signifikant ($P < 0.01$): Die Kontrollkühe der Gruppe B wiesen über die gesamte Untersuchungsperiode eine grössere Zahl von Ruhephasen auf als die operierten der Gruppe C (Abb. 18). Im Gegensatz dazu war die Dauer der Ruhephasen bei den Kühen der Gruppe C signifikant länger als diejenige bei der Gruppe B ($P < 0.05$) (Abb. 19).

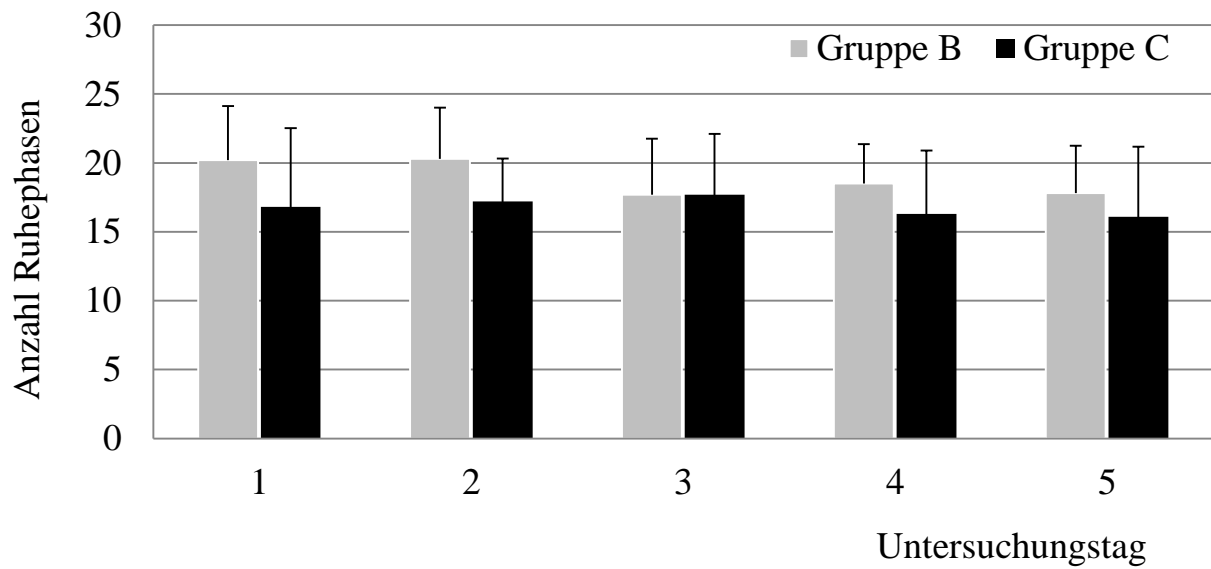


Abb. 18: Anzahl der Ruhephasen an den Tagen 1 bis 5 bei 10 gesunden und 10 an linksseitiger Labmagenverlagerung erkrankten Kühen (Mittelwerte und Standardabweichungen)

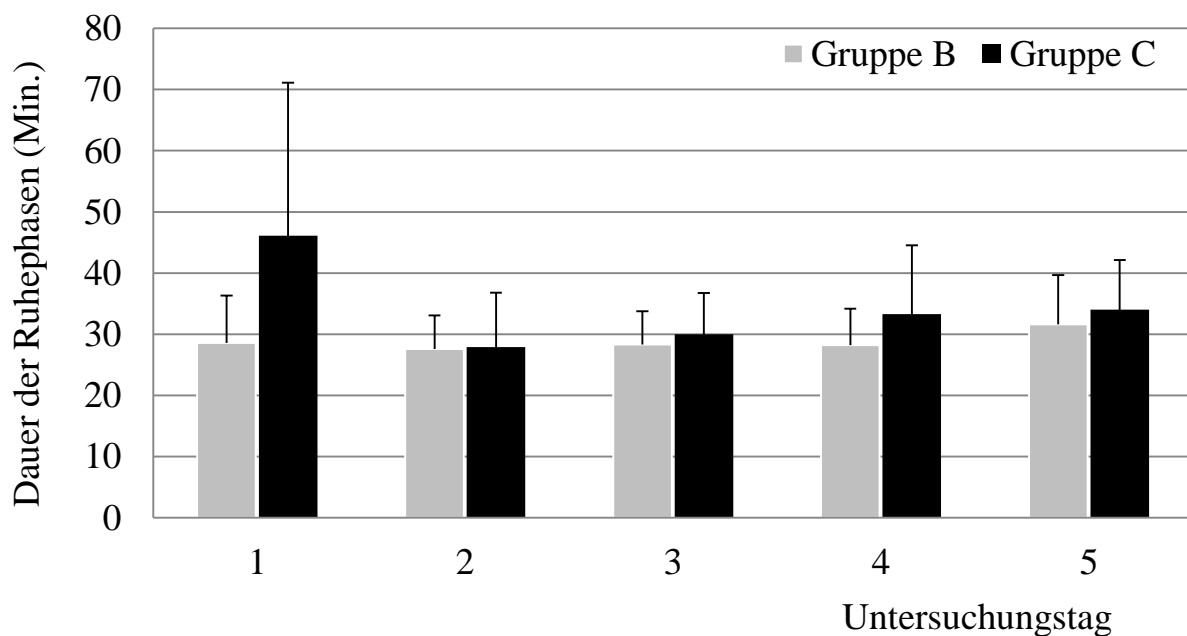


Abb. 19: Dauer der Ruhephasen an den Tagen 1 bis 5 bei 10 gesunden und 10 an linksseitiger Labmagenverlagerung erkrankten Kühen (Mittelwerte und Standardabweichungen)

7. DISKUSSION

7.1. Beurteilung der Wägung des Futters

Es war geplant, den täglichen Futterverzehr durch Wägen der Futterreste zu bestimmen. Leider stellte sich die Methode als unbrauchbar heraus, da die Futterreste stets mit Wasser aus dem Tränkebecken vermischt waren und das Gewicht dadurch verfälscht wurde.

7.2. Beurteilung des Untersuchungshalters

Das Messhalfter liess sich ohne grosse Schwierigkeiten anziehen. Die optimale Passform wurde durch die mehrfache Verstellbarkeit des Genickstücks und des Nasenriemens gewährleistet. Die Genick- und Nasenriemen waren weich unterlegt und sorgten somit für einen angenehmen Tragekomfort ohne Scheuer- oder Druckstellen. Die Tiere gewöhnten sich schnell an das Halfter und sie wurden durch das Messsystem nicht in ihrem natürlichen Verhalten gestört. Die Geräte waren einfach in der Handhabung, sehr zuverlässig und robust. Während der gesamten Versuchsdauer wurde lediglich ein Halfter beschädigt. Dabei ging der Verschluss des Messschlauchs kaputt und demzufolge lief das in dem Schlauch enthaltene Öl aus. Aus diesem Grund konnten bei der Gruppe B am Tag 3 nur 9 Messungen ausgewertet werden. Das einzige Problem des Untersuchungshalters lag in der geringen Speicherkapazität des Loggers. Die Halftern mussten jeden Tag gewechselt werden, um die Daten vom Datenlogger auf den PC zu übertragen. Dieses Problem konnte aber in der Zwischenzeit bereits behoben werden. Die neueren Logger der Firma MSR weisen dank besserer Speicherkarten eine deutlich grössere Kapazität auf und erlauben jetzt zweiwöchige Aufzeichnungen.

7.3. Beurteilung der Druckverläufe

Die Passform des Halters, das heisst ob das Halfter eng oder locker sass, übte keinen Einfluss auf die Druckverläufe aus. Es veränderte sich lediglich die Höhe

der Ausschläge. Deshalb mussten die Druckverläufe für jedes Tier individuell mit dem MRS-Viewer angepasst werden, damit die Kauschläge manuell ausgezählt werden konnten. Der Nasenriemen sollte aber nicht zu eng eingestellt werden, damit die Kautätigkeit nicht eingeschränkt wird. Die am besten auszählbaren Druckverläufe wurden erzielt, wenn zwischen dem Nasenbein und dem Nasenriemen eine Hand Platz hatte.

Ein grosser Vorteil dieses Messsystems gegenüber anderen Verfahren ist die Erfassung der verschiedenen Parameter. Anhand der Druckverläufe können die Anzahl und Dauer der einzelnen Wiederkau-, Fress- und Ruhephasen, die Gesamtdauer der Wiederkau-, Fress- und Ruhephasen, die Anzahl Boli und die Anzahl Kauschläge pro Bolus sowie die Anzahl Kauschläge pro Tag beim Fressen und Wiederkauen bestimmt werden. Die Geräte, welche auf akustischen Sensoren basieren, sind nur in der Lage, die Wiederkauaktivität zu erfassen (LINDGREN, 2009; SCHIRMANN et al., 2009) und sind deshalb für die detaillierte Erfassung der Kauaktivität nicht geeignet.

Das Wiederkauen war aufgrund der Regelmässigkeit der Kaubewegungen und der Abstände der Bissen am einfachsten zu erkennen. Auch wenn die Kuh sich während dem Wiederkauen beispielsweise kratzte oder Fliegen abwehrte, konnte das Druckmuster problemlos dem Wiederkauen zugeordnet werden. Obwohl das Druckmuster beim Fressen viel unregelmässiger war und die Höhe der Ausschläge stark variierte, liess sich der Druckverlauf ebenfalls mühelos zuordnen. Folglich konnten das Fressen und Wiederkauen anhand der Druckdaten gut von anderen Aktivitäten unterschieden werden. Wie bereits von SCHEIDEGGER (2008) beschrieben, stellten die anderen Aktivitäten, wie beispielsweise das Kratzen, die Fliegenabwehr und das Putzen, ein Problem dar. Diese konnten mit Hilfe der Druckdaten nicht eindeutig zugeordnet werden.

7.4. Gruppe A: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen während 24 Stunden

7.4.1. Beurteilung der Beobachtungen

Um eine Validierung der neuen Methode durchzuführen, wurden die Tiere zeitgleich zu den Messungen des Halfters von einer Person beobachtet. Die Kühe wurden aus ungefähr zwei Metern Entfernung betrachtet, damit eine Störung ausgeschlossen werden konnte. Die Überwachung erwies sich als zeit- und arbeitsaufwendig, dennoch war sie praktikabel und unkompliziert.

7.4.2. Vergleichende Beurteilung der Loggeraufzeichnung und der Direktbeobachtung

Beim Vergleich der Loggeraufzeichnung und der Direktbeobachtung bestand bei den Wiederkau-, Fress- und Ruhephasen eine hundertprozentige Übereinstimmung. Bei der Dauer der einzelnen Phasen sowie bei der Gesamtdauer des Wiederkauens, Fressens und Ruhens konnten zwar kleine Unterschiede zwischen beiden Methoden festgestellt werden; diese waren jedoch statistisch nicht signifikant. Eine mögliche Erklärung für die geringen Unterschiede ist die unterschiedliche Zeitskala bei der Loggeraufzeichnung und bei der Direktbeobachtung. Während der Beobachtungen wurde jede Aktivität eines Tieres minütlich in ein Protokollblatt eingetragen. Die Minuten wurden jeweils aufgerundet. Im Gegensatz dazu zeigte das Gerät die laufende Zeit in Stunden, Minuten und Sekunden an. Folglich konnten die Minuten stets genau gerundet werden. Bei der Anzahl Boli konnten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen der Loggeraufzeichnung und der Direktbeobachtung gefunden werden. Nur bei einer Kuh wurde ein Bolus mehr beobachtet als das Gerät tatsächlich aufzeichnete. Eine Schwierigkeit in der Beobachtung lag darin, dass sich die Kühe beim Wiederkauen zwischendurch anderen Beschäftigungen, wie zum Beispiel dem Kratzen oder der Abwehr von Fliegen, hingaben. Dadurch entstand während eines Bolus eine Pause, die fälschlicherweise als zwei Boli interpretiert werden

konnten. Bei der Anzahl Kauschläge pro Tag beim Wiederkauen bestand mit einem P-Wert von 0.02 ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen der Loggeraufzeichnung und der Direktbeobachtung. Bei der Direktbeobachtung betrug die Anzahl Kauschläge pro Tag im Durchschnitt $24'669 \pm 4'833$ und bei der Loggeraufzeichnung $24'751 \pm 4'789$. Die grösste Differenz bei den einzelnen Werten zwischen den beiden Methoden lag bei 312 Kauschlägen. Während der Beobachtungen wurde für die Zählung der Kauschläge ein mechanischer Handzähler verwendet. Der Untersucher hatte je nach Kopfhaltung der Kuh nicht immer eine gute Sicht auf deren Flotzmaul. Infolgedessen konnten die Kaubewegungen teilweise nicht ganz korrekt ermittelt werden. Bei der Loggeraufzeichnung wurden die Kaubewegungen anhand der Ausschläge gezählt. Dennoch sind auch hier kleine Fehler beim Zählen nicht sicher auszuschliessen. Trotzdem ist die Differenz von 312 auf ca. 25'000 Kauschläge mit 1.25 % gering und vom klinischen Gesichtspunkt aus betrachtet irrelevant. Aus den Ergebnissen lässt sich schliessen, dass die Loggeraufzeichnungen zu 98.8 % mit den Direktbeobachtungen übereinstimmten.

7.5. Gruppe B: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen während 5 Tagen

7.5.1. Anzahl und Dauer der einzelnen Wiederkau-, Fress- und Ruhephasen

Nach BEAUCHEMIN (1991) wird das Futter in bis zu 20 Fressperioden aufgenommen. Im vorliegenden Versuch konnten diese Ergebnisse bestätigt werden, wobei die Anzahl der Fressphasen zwischen 8 und 21 variierte. Die Anzahl der Wiederkauphasen lag zwischen 10 und 19 und entsprach somit den in der Literatur bisher angegebenen Werten von 10 bis 20 Wiederkauperioden pro Tag (GÜRTLER, 1974; DULPHY et al., 1980; BEAUCHEMIN, 1991). Die Wiederkauphasen dauerten im Mittel zwischen 32.8 ± 5.87 und 38.0 ± 8.35 Minuten. Dagegen dauert eine Wiederkauperiode nach GÜRTLER (1974) im Durchschnitt 40 bis 50 Minuten.

7.5.2. Gesamtdauer des Wiederkauens, Fressens und Ruhens

Die durchschnittliche Gesamtdauer der Wiederkauphasen lag zwischen 7.4 und 8 Stunden. Dies entsprach der in der Literatur angegebenen Dauer von 4 bis 9 Stunden pro Tag (GÜRTLER, 1974; HILL, 1976; DULPHY et al., 1980; BEAUCHEMIN, 1991). Während der fünftägigen Versuchsdauer wurde ein kontinuierlicher Anstieg der täglichen Wiederkaudauer beobachtet. Eine mögliche Erklärung dafür könnte in der Eingewöhnungsphase liegen. Die Kühe der Gruppe B stammten aus Laufstallhaltung und wurden zu Hause mit einer Totalmischration gefüttert. Für den Versuch hingegen wurden sie in Anbindehaltung gehalten und mit Heu ad libitum versorgt. Die zwei Tage für die Eingewöhnung waren möglicherweise zu kurz. Die Kühe verbrachten mit dem Fressen im Durchschnitt zwischen 7.1 und 7.8 Stunden. Laut WELCH und HOOPER (1988) beträgt die Fressdauer im Mittel 5.5 Stunden. Ähnliche Werte wurden auch von SENN et al. (1995) erhoben. In den Untersuchungen von FREER und CAMPLING (1965) betrug die durchschnittliche Fressdauer bei ad-libitum-Heufütterung sogar nur 4.4 Stunden. Eine Ursache für diese Diskrepanz der Ergebnisse bezüglich der durchschnittlichen Fressdauer könnte darin liegen, dass Kühe in den 60-er Jahren des letzten Jahrhunderts eine viel geringere Milchleistung als heute aufwiesen. Das heutige Zuchtziel konzentriert sich auf eine sehr hohe Milchleistung, wobei mit steigender Milchleistung auch die Futteraufnahme steigt. Im Durchschnitt steigt die Futteraufnahme pro kg Milch um 0.16 kg Trockenmasse (GRUBER et al., 2006). Zudem steigt die Futteraufnahme auch mit zunehmendem Körpergewicht und die Kühe sind in den letzten 30 Jahren immer grösser und schwerer geworden. Der Verzehrswachstum beträgt zwischen 0.34 kg und 2.0 kg Trockenmasse je 100 kg Lebendgewichtszunahme (SCHWARZ und KIRCHGEßNER, 1985; POTT, 1990; STAMER, 1995).

7.5.3. Wiederkauboli und Kauschläge beim Wiederkauen

Die Anzahl Boli pro Tag variierte durchschnittlich zwischen 475.1 ± 112.26 und 532.9 ± 82.87 . Das deckt sich mit den in der Literatur angegebenen Werten von 360 bis 790 Boli pro Tag (GÜRTLER, 1974). Die Kaufrequenz lag im Mittel zwischen 57.9 ± 4.37 und 60.3 ± 4.28 Kauschlägen pro Bolus. Nach GÜRTLER (1974) führen Kühe 40 bis 60 Kieferschläge pro Bissen aus. Der Fasergehalt des Futters hat einen Einfluss auf die Anzahl Kauschläge pro Bissen (BEAUCHEMIN, 1991). Die Kühe wurden während der gesamten Versuchsdauer mit Heu ad libitum gefüttert. Jedoch ist dies vermutlich nicht der alleinige Grund für die hohe Zahl Kauschläge. Eventuell muss der Referenzbereich für die heutigen Hochleistungskühe neu angepasst werden. Nach unserer Meinung sollte dieser bei 50 bis 80 Kauschlägen pro Bolus liegen. Die Anzahl Kauschläge pro Tag variierte zwischen $27'351 \pm 6'180$ und $32'003 \pm 4'804$. Laut GÜRTLER (1974) kommen Kühe auf ca. 26'400 Kauschläge pro Tag. Damit liegen die Durchschnittswerte der untersuchten Kühe ebenfalls über den in der Literatur angegebenen Werten.

7.5.4. Beurteilung der Videoüberwachung

Die Tiere der Gruppe B und C wurden während der gesamten Versuchsdauer mit der im Stall installierten Kamera überwacht, damit alle unklaren Geräteaufzeichnungen retrospektiv auf dem Video beurteilt werden konnten. Allerdings musste das Video nicht ein einziges Mal zur Interpretation von unklaren Befunden herangezogen werden, da Fressen und Wiederkauen aufgrund der Druckverläufe eindeutig erkannt und von anderen Aktivitäten unterschieden werden konnten.

7.6. Gruppe C: Fressen und Wiederkauen bei 10 Kühen nach linksseitiger Labmagenverlagerung

7.6.1. Anzahl und Dauer der einzelnen Wiederkau-, Fress- und Ruhephasen

Bei der Anzahl und Dauer der einzelnen Wiederkau- und Fressphasen bestand über die 5 Tage post operationem kein signifikanter Unterschied. Auch die Anzahl der Ruhephasen änderte sich während der Untersuchungszeit nicht signifikant. Im Gegensatz dazu kam es vom Tag 1 bis zum Tag 2 zu einer signifikanten Verkürzung der Ruhephasen von 46.1 ± 25.03 Minuten auf 27.9 ± 8.89 Minuten. Die unmittelbar nach der Operation sehr langen Ruhephasen werden dahingehend interpretiert, dass sich die Tiere vermutlich von den Strapazen und den Schmerzen erholen mussten, was zu einer Verlängerung der Ruhephasen führte. Am Folgetag nach der Operation kam es zur Verkürzung der Ruhephasen, was wahrscheinlich durch die Zunahme der Fress- und Wiederkaudauer bedingt war.

7.6.2. Gesamtdauer des Wiederkauens, Fressens und Ruhens

Die Fressdauer nahm über die 5 Tage nicht signifikant zu. Interessanterweise zeigten die kranken Tiere am Tag 2 mit 476.5 ± 61.13 Minuten die längste Futteraufnahme. Es scheint, als hätten die Kühe einen Nachholbedarf gehabt, da sie vor der Operation nur noch wenig gefressen hatten. Die gesamte Wiederkauzeit hingegen nahm von durchschnittlich 378 Minuten bis zum Tag 5 auf 501.4 Minuten signifikant zu. Die durchschnittliche Wiederkaudauer betrug am Tag 1 6.3 Stunden, was laut Literaturangaben noch den Normalwerten entspricht. Dennoch kann am Tag 1 nach der Operation von einem schmerzbedingten Rückgang der Fress- und Wiederkauaktivität ausgegangen werden. Daraus kann geschlossen werden, dass das Wiederkauen definitiv einen wichtigen Parameter für das Wohlbefinden und den Gesundheitszustand eines Tieres darstellt. Die gesamte Ruhephase war am Tag 1 mit 678.1 ± 120.38 Minuten am längsten. An den Tagen 2 bis 5 war sie signifikant kürzer. Logischerweise hängt diese Ab-

nahme der Gesamtdauer des Ruhens mit der Zunahme der Fress- und Wiederkauaktivität zusammen.

7.6.3. Wiederkauboli und Kauschläge beim Wiederkauen

Bei der Anzahl Wiederkauboli konnten während der fünftägigen Untersuchungsdauer keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Die Anzahl Kauschläge pro Bolus stieg im Verlauf der Untersuchungsperiode von 43.0 ± 6.19 auf 54.0 ± 6.33 signifikant an. Auch die Anzahl Wiederkauschläge pro Tag stieg über die 5 Tage von $19'891 \pm 5'308$ auf $29'879 \pm 6'595$ signifikant an. Eine denkbare Erklärung dafür könnte die Tatsache sein, dass die kranken Kühe vor der Operation eine reduzierte oder gar aufgehobene Fresslust aufwiesen. Aufgrund dessen war die Pansenfüllung ebenfalls reduziert. Wie bereits erwähnt, korreliert der Gehalt des Futters an Zellwandbestandteilen stark mit der Wiederkauaktivität (BEAUCHEMIN, 1991) und auch mit der Anzahl Kauschläge pro Bolus. Laut den Studien von CORKE und BROOM (1999) und DE BONTE et al. (2009) kommt es durch die verminderte Quantität und Qualität beim Wiederkauen zur reduzierten Energieretention. Das heisst, dass die Nahrung durch eine signifikante Abnahme der Kauschläge pro Bolus weniger effektiv zerkleinert und durch die Pansenflora weniger gut fermentiert wird.

7.7. Vergleich zwischen den gesunden und den an linksseitiger Labmagenverlagerung erkrankten Kühen

7.7.1. Anzahl und Dauer der Wiederkau-, Fress- und Ruhephasen

Die Anzahl und die Dauer der Wiederkau- und Fressphasen unterschieden sich zwischen den Gruppen B und C nicht signifikant. Im Gegensatz dazu wiesen die an linksseitiger Labmagenverlagerung erkrankten Kühe über die 5 Tage im Durchschnitt signifikant weniger Ruhephasen auf. Auch die Dauer der einzelnen Ruhephasen war bei diesen Kühen signifikant länger. Höchstwahrscheinlich be-

nötigten die Tiere diese verlängerten Ruhephasen, um sich von dem chirurgischen Eingriff zu erholen.

7.7.2. Gesamtdauer des Wiederkauens, Fressens und Ruhens

Die über die 5 Tage gemessene Fress- und Ruhedauer der gesunden und operierten Kühe unterschied sich nicht signifikant. Am ersten Tag kauten die operierten Kühe weniger lang wieder als die gesunden; es konnte jedoch kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden. Das Wiederkauen setzt stets ein Mindestmass an Wohlbefinden voraus. Schmerzen hemmen die Wiederkauaktivität (KASKE, 2005). MUDRON et al. (1994) untersuchten die Auswirkungen einer operativen Reposition einer linksseitigen Labmagenverlagerung auf Stress- und Schmerzparameter bei Milchkühen. Die Beunruhigung der Tiere sowie die Reizung von Schmerzrezeptoren durch die Verletzung von Gewebe führten zu einer Zunahme des Gehalts an ACTH, Cortisol und β -Endorphinen. Vor der operativen Reposition lag der Gehalt an Cortisol im Blutplasma bei $8.2 \pm 2.0 \mu\text{g/l}$, unmittelbar danach bei $36.3 \pm 8.0 \mu\text{g/l}$, fünf Stunden später bei $19 \pm 13 \mu\text{g/l}$ und nach 24 Stunden war der Ausgangswert unterschritten. BUSS (1987) untersuchte das Verhalten von 60 Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung in den ersten 24 Stunden nach der Laparotomie. Die Hälfte der Tiere wurde postoperativ sediert. In der sedierten Untersuchungsgruppe wurden weniger häufig postoperative Schmerzanzeichen beobachtet.

7.7.3. Wiederkauboli und Kauschläge beim Wiederkauen

Bei der Anzahl Boli war kein Unterschied zwischen der gesunden und der erkrankten Gruppe festzustellen. Allerdings wurde ein signifikanter Unterschied in Bezug auf die Kauschläge pro Bolus und pro Tag beobachtet. Die mittlere Anzahl Kauschläge pro Bolus und pro Tag beim Wiederkauen der erkrankten Tiere lag über die fünf Versuchstage signifikant unter den Durchschnittswerten der

gesunden Tiere. Sie stieg aber jeden Tag kontinuierlich an. Auch HASSALL et al. (1993) zeigten, dass lahrende Kühe langsamer und mit weniger Kauschlägen als lahmheitsfreie Tiere wiederkauten. Das könnte zum einen durch die vorliegenden Schmerzen bedingt sein und zum anderen durch die reduzierte Pansenfüllung erklärt werden. Die an linksseitiger Labmagenverlagerung erkrankten Kühe wiesen vor der Operation eine reduzierte oder gar aufgehobene Fresslust auf. Wie bereits erwähnt, korreliert der Gehalt des Futters an Zellwandbestandteilen stark mit der Wiederkauaktivität (BEAUCHEMIN, 1991) und auch mit der Anzahl Kauschläge pro Bolus.

7.8. Schlussbemerkungen

Fressen und Wiederkauen sind für die Milchkuh von existentieller Bedeutung und erlauben darüber hinaus wesentliche Aussagen über das Allgemeinbefinden und den Gesundheitszustand eines Tieres. Da die Erfassung dieser Vorgänge äusserst aufwendig ist, wurde eine neue Messmethode entwickelt, mit welcher Fressen und Wiederkauen erfasst werden können. Das Ziel dieser Arbeit war es, die Messmethode an 10 Kühen mit je 24-stündiger Direktbeobachtung genau zu verifizieren. Die Ergebnisse der Loggeraufzeichnung wurden mit denjenigen der Direktbeobachtung verglichen. Die Berechnungen zeigten eine sehr gute Übereinstimmung der Messmethode mit den Beobachtungen und lassen den Schluss zu, dass sich das neue Messsystem sehr gut für die detaillierte Erfassung der Fress- und Wiederkauaktivität eignet.

8. LITERATURVERZEICHNIS

ACATINCĂI, S., D. GAVOJDIAN, G. STANCIU, L. T. CZISZTER, I. TRIPON and S. BAUL (2010): Study regarding rumination behavior in cattle – position adopted by cows during rumination process. J. Anim. Sci. Biotech. 43, 199-202.

ALBRIGHT, J. L. (1983): Incidence and control of feed-tossing behavior in cows fed complete feeds (total mixed rations) at the feed bunk. J. Anim. Sci. 57 (Suppl. 1), 135.

ALBRIGHT, J. L. (1993): Feeding behavior of dairy cattle. J. Dairy Sci. 76, 485-498.

ARAVE, C. W., J. L. ALBRIGHT, D. V. ARMSTRONG, W. W. FOSTER and L. L. LARSON (1992): Effects of isolation of calves on growth, behavior, and first lactation milk yield of Holstein cows. J. Dairy Sci. 75, 3408-3415.

BAILEY, C. B. (1961): Saliva secretion and its relation to feeding in cattle. 3. The rate of secretion of mixed saliva in the cow during eating, with an estimate of the magnitude of the total daily secretion of mixed saliva. Brit. J. Nutr. 15, 443-451.

BALCH, C. C. (1952): Factors affecting the utilization of food by dairy cows. 6. Rate of contraction of the reticulum. Br. J. Nutr. 6, 366-375.

BALCH, C. C. (1955): Sleep in ruminants. Nature 175, 940-941.

BALCH, C. C. (1971): Proposal to use time spent chewing as an index of the extent to which diets for ruminants possess the physical property of fibrousness characteristic of roughages. *Br. J. Nutr.* 26, 383-392.

BAREILLE, N., F. BEAUDEAU, S. BILLON, A. ROBERT and P. FAVERDIN (2003): Effects of health disorders on feed intake and milk production in dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 83, 53-62.

BATCHELDER, T. L. (2000): The impact of head gates and overcrowding on production and behavior patterns of lactating dairy cows. In: *Proceedings from the conference „ Dairy housing and equipment systems: Managing and planning for profitability“*, Camp Hill, Pennsylvania, 325-330.

BAUCHOP, T. (1989): Colonization of plant fragments by protozoa and fungi. In: *The Roles of Protozoa and Fungi in Ruminant Digestion*. Eds. J. V. Nolan, R. A. Leng and D. I. Demeyer, Penambul Books, Armidale, Australia, 83-96.

BEAUCHEMIN, K. A. (1991): Ingestion and mastication of feed by dairy cattle. *Vet. Clin. North Am. (Food Anim. Pract.)* 7, 439-463.

BOUISSOU, M. F., A. BOISSY, P. LE NEINDRE and I. VEISSIER (2001): The social behaviour of cattle. In: *Social Behavior in Farm Animals*. Eds. L. Keeling and H. Gonyou, CAB International, London, 113-145.

BRISTOW, D. J. and D. S. HOLMES (2007): Cortisol levels and anxiety-related behaviors in cattle. *Physiol. Behav.* 90, 626-628.

BUNGO, T., Y. NAKANO, K. OKANO, M. HAYASHIDA, H. KAWAGOE, H. FURUSAWA, K. YASUKOCHI, T. MATSUISHI, K. IZUMI, M.

SHIMOJO, M. FURUSE and Y. MASUDA (1999): Direction of jaw movement in dairy cattle during the rumination period. *App. Anim. Behav. Sci.* 64, 227-232.

BUSS, U. (1987): Untersuchungen über das Verhalten laparotomierter, postoperativ proprionylpromazin-sedierter und nicht-sedierter Kühe während der auf den operativen Eingriff (Omentopexie nach DIRKSEN) folgenden 24 Stunden. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover.

CAMPLING, R. C. and C. C. BALCH (1961): Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 1. Preliminary observations of the effects, on the voluntary intake of hay, of changes in the amount of reticuloruminal contents. *Br. J. Nutr.* 15, 523-530.

CHAI, K., P. M. KENNEDY and L. P. MILLIGAN (1984): Reduction in particle size during rumination in cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 64, 339-340.

CONSTABLE, P. D., G. F. HOFFSIS and D. M. RINGS (1990): The reticulorumen: Normal and abnormal motor function. Part I. Primary contraction cycle. *Comp. Cont. Educ. Pract. Vet.* 12, 1008-1014.

COOPER, M. D., D. R. ARNEY and C. J. C. PHILLIPS (2007): Two- or four-hour lying deprivation on the behavior of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90, 1149-1158.

CORKE, M. J. and D. M. BROOM (1999): The behaviour of sheep with sheep scab, *Psoroptes ovis* infestation. *Vet. Parasitol.* 83, 291-300.

DADO, R. G. and M. S. ALLEN (1993): Continuous computer acquisition of feed and water intakes, chewing, reticular motility, and ruminal pH of cattle. J. Dairy Sci. 76, 1589-1600.

DE BONTE, L., H. VERVAECKE, H. LAESENS, J. VICCA, I. KOLKMAN, S. AERTS and D. LIPS (2009): Growth and behaviour in relation to skin lesion surface due to Psoroptes and Trychophyton in belgian blue cattle. Bulletin UASVM, Anim. Sci. Biotech. 66, 1-2.

DESWYSEN, A. G. and H. J. EHRLEIN (1981): Silage intake, rumination and pseudo-rumination activity in sheep studied by radiography and jaw movement recordings. Br. J. Nutr. 46, 327-335.

DEVRIES, T. J., M. A. G. VON KEYSERLINGK and D. M. WEARY (2004): Effect of feeding space on the inter-cow distance, aggression, and feeding behavior of free-stall housed lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 87, 1432-1438.

DULPHY, J. P., B. REMOND and M. THERIEZ (1980): Ingestive behaviour and related activities in ruminants. In: Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants. Eds. Y. Ruckebusch and P. Thivend, MTP Press, Lancaster, 103-123.

FOGSGAARD, K. K., C. M. RØNTVED, P. SØRENSEN and M. S. HERSKIN (2012): Sickness behaviour in dairy cows during Escherichia coli mastitis. J. Dairy Sci. 95, 630-638.

FREER, M., R. C. CAMPLING and C. C. BALCH (1962): Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 4. The behaviour and reticular motility of cows receiving diets of hay, oat straw and oat straw with urea. Br. J. Nutr. 16,

279-295.

FREER, M. and R. C. CAMPLING (1965): Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 7. The behaviour and reticular motility of cows given diets of hay, dried grass, concentrates and ground, pelleted hay. Br. J. Nutr. 19, 195-207.

FRIEND, T. H. and C. E. POLAN (1974): Social rank, feeding behavior, and free stall utilization by dairy cattle. J. Dairy Sci. 57, 1214-1220.

GALEY, F. D., B. D. SLENNING, M. L. ANDERSON, P. C. BRENEMAN, E. S. LITTLEFIELD, L. A. MELTON and M. L. TRACY (1990): Lead concentrations in blood and milk from periparturient dairy heifers seven months after an episode of acute lead toxicosis. J. Vet. Diagn. Invest. 2, 222-226.

GOLDHAWK, C., N. CHAPINAL, D. M. VEIRA, D. M. WEARY and M. A. G. KEYSERLINGK (2009): Prepartum feeding behaviour is an early indicator of subclinical ketosis. J. Dairy Sci. 92, 4971-4977.

GRANT, R. J., V. F. COLENBRANDER and J. L. ALBRIGHT (1990): Effect of particle size in forage and rumen cannulation upon chewing activity and laterality in dairy cows. J. Dairy Sci. 73, 3158-3164.

GRUBER, L., M. PRIES, F. J. SCHWARZ, H. SPIEKERS und W. STAUDACHER (2006): Schätzung der Futteraufnahme bei der Milchkuh. DLG-Information 1/2006, 1-29.

GÜRTLER, H. (1974): Physiologie der Verdauung und Absorption. In: Lehr-

buch der Physiologie der Haustiere. 3. Aufl., Hrsg. E. Kolb, Gustav Fischer Verlag, Jena, 219-422.

HABEEB, A. A., I. F. M. MARAI and T. H. KAMAL (1992): Heat stress. In: Farm Animals and the Environment. Eds. C. Philips and D. Piggins, CAB International, Wallingford, 27-47.

HAILU, Y. (2003): Untersuchungen zur Bedeutung der Frequenz der Kieferschläge während des Wiederkauens für die Einschätzung der Wiederkauaktivität von Milchkühen. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover.

HANSEN, S. S., P. NØRGAARD, C. PEDERSEN, R. J. JØRGENSEN, L. S. MELLAU and J. D. ENEMARK (2003): The effect of subclinical hypocalcaemia induced by Na₂EDTA on the feed intake and chewing activity of dairy cows. Vet. Res. Commun. 27, 193-205.

HASSALL, S. A., W. R. WARD and R. D. MURRAY (1993): Effects of lameness on the behaviour of cows during the summer. Vet. Rec. 132, 578-580.

HERSKIN, M. S., L. MUNKSGAARD and J. LADEWIG (2004): Effects of acute stressors on nociception, adrenocortical responses and behavior of dairy cows. Physiol. Behav. 83, 411-420.

HILL, H. (1976): Die Verdauung. In: Lehrbuch der Veterinär-Physiologie. 6. Aufl., Hrsg. A. Scheunert und A. Trautmann, Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg, 93-187.

JOURNET, M. and B. REMOND (1976): Physiological factors affecting the voluntary intake of feed by cows: A review. Livest. Prod. Sci. 3, 129-146.

KASKE, M. (2005): Vormagenmotorik und Ingestapassage. In: Physiologie der Haustiere. 2. Aufl., Hrsg. W. V. Engelhardt und G. Breves, Enke Verlag, Stuttgart, 326-337.

KENNEDY, P. M. (1985): Effects of rumination on reduction of particle size of rumen digesta by cattle. Aust. J. Agric. Res. 36, 819-828.

KRAUSE, M. B., K. A. BEAUCHEMIN, L. M. RODE, B. I. FARR and P. NORGAARD (1998): Fibrolytic enzyme treatment of barley grain and source of forage in high-grain diets fed to growing cattle. J. Anim. Sci. 76, 2912-2920.

LACA, E. and M. F. WALLISDEVRIES (2000): Acoustic measurement of intake and grazing behaviour. Grass Forage Sci. 55, 97-104.

LEE, J. A. and G. R. PEARCE (1984): The effectiveness of chewing during eating on particle size reduction of roughages by cattle. Aust. J. Agric. Res. 35, 609-618.

LINDGREN, E. (2009): Validation of rumination measurement equipment and the role of rumination in dairy cow time budgets. Master Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.

LINDSTRÖM, T. and I. REDBO (2000): Effect of feeding duration and rumen fill on behaviour in dairy cows. Appl. Anim. Behav. Sci. 70, 83-97.

LUGINBUHL, J.-M., K. R. POND, J. C. RUSS and J. C. BURNS (1987): A simple electronic device and computer interface system for monitoring chewing behavior of stall-fed ruminant animals. J. Dairy Sci. 70, 1307-1312.

MAHLKOW-NERGE, K. (2010): Jungkühe verhalten sich anders als ältere Kühe. Landpost, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, 43-45.

MANSON, F. J. and M. C. APPLEBY (1990): Spacing of dairy cows at a food trough. Appl. Anim. Behav. Sci. 26, 69-81.

MAREK, J., R. MANNINGER und J. VON MOCSY (1945): Spezielle Pathologie und Therapie der Haustiere. 9. Aufl., Gustav Fischer Verlag, Jena, 755-762.

MÄNTYSAARI, P., H. KHALILI and J. SARIOLA (2006): Effect of feeding frequency of a total mixed ration on the performance of high-yielding dairy cows. J. Dairy Sci. 89, 4312-4320.

MATSUI, K. and T. OKUBO (1991): A method for quantification of jaw movements suitable for use on free-ranging cattle. Appl. Anim. Behav. Sci. 32, 107-116.

McFARLANE, I. S. (1972): Bovine behavior patterns. Livest. Breed. J. 15, 1-6.

McFARLANE, I. S. (1976): A practical approach to animal behavior. Dairy Sci. Handbook 9, 67.

METHLING, W. und J. UNSHELM (2002): Umwelt- und tiergerechte Haltung von Nutz-, Heim- und Begleittieren. 1. Aufl., Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin, Wien.

METZ, J. H. M. (1975): Time patterns of feeding and rumination in domestic cattle. PhD Dissertation, University of Wageningen, Netherlands.

MINSON, D. J. (1990): Forage in ruminant nutrition. Academic press, San Diego, California.

MØLGAARD, L., B. M. DAMGAARD, V. BJERRE-HARPØTH and M. S. HERSKIN (2012): Effects of percutaneous needle liver biopsy on dairy cow behaviour. Res. Vet. Sci. 93, 1248-1254.

MUDRON, P., H. P. SALLMANN und J. REHAGE (1994): Auswirkungen einer operativen Reposition der linksseitigen Labmagenverlagerung auf Parameter des Energiestoffwechsels bei Milchkühen. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 101, 376-378.

OLTJEN, R. R., R. J. SIRNY and A. D. TILLMAN (1962): Purified diets studies with sheep. J. Anim. Sci. 21, 277-281.

OSWEILER, G. D., T. L. CARSON, W. B. BUCK and G. A. VAN GELDER (1985): Clinical and Diagnostic Veterinary Toxicology. 3rd edn., Kendall Publishing Company, Dubuque, IA.

NYDEGGER, F., L. GYGAX und W. EGLI (2011a): Automatisches Messen der Kaubewegungen bei Wiederkäuern mit Hilfe eines Drucksensors. Agrarforschung Schweiz 2 (2), 60-65.

NYDEGGER, F., M. KELLER, L. GYGAX und W. EGLI (2011b): Wiederkau-sensor für Milchkühe – Automatisches Erfassen der Kau- und Fressaktivität zur Gesundheitsüberwachung. ART-Bericht 748, 1-6.

PETIT, M. (1972): Emploi du temps des troupeaux de vaches mères et leurs veaux sur les pâturages d'altitude de l'Aubrac. Ann. Zootech. 21, 5-27.

PIATKOWSKI, B., H. GÜRTLER und J. VOIGT (1990): Futteraufnahme beim Wiederkäuer. In: Grundzüge der Wiederkäuer-Ernährung. 1. Aufl., Hrsg. B. Piatkowski, H. Gürtler und J. Voigt, Gustav Fischer Verlag, Jena, Leipzig, 133-153.

PORZIG, E. und H. H. SAMBRAUS (1991): Nahrungsaufnahmeverhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Berlin, 31-146.

POTT, J. (1990): Untersuchungen zur innerbetrieblichen Selektion von Milchkühen. Schriftenreihe des Instituts für Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Heft 58.

PHILLIPS, C. J. C. and J. D. LEAVER (1986): The effect of forage supplementation on the behaviour of grazing dairy cows. Appl. Anim. Behav. Sci. 16, 233-247.

POND, K., W. ELLIS and D. AKIN (1984): Ingestive mastication and fragmentation of forages. J. Anim. Sci. 58, 1567-1574.

RADEMACHER, G. (2003): Merkmale gesunder und kranker Kälber. In: Kälberkrankheiten. 2. Aufl., Hrsg. G. Rademacher, Ulmer-Verlag, Stuttgart, 13-14.

RAY, D. E. and C. B. ROUBICEK (1971): Behavior of feedlot cattle during two seasons. J. Anim. Sci. 33, 72-76.

RIST, M., I. SCHRAGEL, B. HÖRNING, S. RASKOPF, C. SIMANTK und P. WEIBERG (1992): Artgemässe Rinderhaltung - Grundlagen und Beispiele aus

der Praxis. Verlag C. F. Müller, Karlsruhe.

RUCKEBUSCH, Y. and L. BUENO (1978): An analysis of ingestive behaviour and activity of cattle under field conditions. *Appl. Anim. Ethol.* 4, 301-313.

RUTTER, S. M., R. A. CHAMPION and P. D. PENNING (1997): An automatic system to record foraging behaviour in free-ranging ruminants. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 54, 185-195.

SAMBRAUS, H. H. (1978): Nutztier Ethologie - Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Eine angewandte Verhaltenskunde für die Praxis. 1. Aufl., Paul Parey Verlag, Berlin, Hamburg.

SAMBRAUS, H. H. (1991): Nutztierkunde, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.

SCHEIDEGGER, A. (2008): Klassifikation des Fressverhaltens von Kühen. Diplomarbeit, Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaft, Winterthur.

SCHIRMANN, K., M. A. G. VON KEYSERLINGK, D. M. WEARY, D. M. VEIRA and W. HEUWIESER (2009): Technical note: Validation of a system for monitoring rumination in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92, 6052-6055.

SCHWARZ, F. J. und M. KIRCHGESSNER (1985): Grundfutteraufnahme von Milchkühen in Abhängigkeit von Lebendgewicht, Zahl der Laktationen, Kraftfutterzufuhr und Grundfutterqualität. *Züchtungskunde* 57, 267-277.

SENN, M., B. DÜRST, A. KAUFMANN and W. LANGHANS (1995): Feeding patterns of lactating cows of three different breeds fed hay, corn silage, and grass silage. *Physiol. Behav.* 58, 229-236.

SHAVER, R. D. (1997): Nutritional risk factors in the etiology of left displaced abomasum in dairy cows: A review. *J. Dairy Sci.* 80, 2449-2453.

SHAVER, R. D. (2002): Rumen acidosis in dairy cattle: Bunk management considerations. In: *Proceedings of the 12th International Symposium on Lameness in Ruminants*, Orlando, Florida, 75-81.

STAMER, E. (1995): Futteraufnahmeverhalten von Milchkühen – Analyse der Zeitstruktur und Nutzungsmöglichkeiten. *Schriftenreihe des Instituts für Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*, Heft 85.

STOBBS, T. H. and L. J. COWPER (1972): Automatic measurement of the jaw movements of dairy cows during grazing and rumination. *Trop. Grasslds.* 6, 107-112.

STÖBER, M. (2002): Güllegasvergiftung. In: *Innere Medizin und Chirurgie des Rindes*. 4. Aufl., Hrsg. G. Dirksen, H.-D. Gründer und M. Stöber, Blackwell Verlag GmbH, Berlin und Wien, 333-335.

SWANSON, E. W. and J. D. HARRIS (1958): Development of rumination in the young calf. *J. Dairy Sci.* 41, 1768-1776.

TOLKAMP, B. J., D. P. N. SCHWEITZER and I. KYRIAZAKIS (2000): The biologically relevant unit for the analysis of short-term feeding behavior of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83, 2057-2068.

VAN SOEST, P. J. (1994): Function of the ruminant forestomach. In: *Nutritional ecology of the ruminant*. 2nd edn., Ed. P. J. Van Soest, Cornell Univ. Press, Ithaca, 230-253.

VAN WINDEN S. C. L., R. JORRITSMA, K. E. MÜLLER and J. P. T. M. NOORDHUIZEN (2003): Feed intake, milk yield, and metabolic parameters prior to left displaced abomasum in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86, 1465-1471.

WELCH, J. G. (1982): Rumination, particle size and passage from the rumen. *J. Anim. Sci.* 54, 885-894.

WELCH, J. G. and A. M. SMITH (1969): Influence of forage quality on rumination time in sheep. *J. Anim. Sci.* 28, 813-818.

WELCH, J. G. and A. P. HOOPER (1988): Ingestion of feed and water. In: *The Ruminant Animal: Digestive Physiology and Nutrition*. Ed. D. C. Church, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 108-117.

YOUNG, B. A. (1966): A simple method for the recording of jaw movement patterns. *J. Inst. Anim. Tech.* 17, 20-21.

10. DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben, ganz herzlich bedanken:

Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun für die Vergabe des interessanten Themas, die Übernahme des Referats, die stete Hilfsbereitschaft und die wertvollen Anregungen.

Frau Prof. Dr. A. Liesegang für die Übernahme des Korreferats.

Herrn Prof. Dr. M. Hässig für die Hilfe bei der statistischen Auswertung der Resultate.

Herrn W. Egli und Herrn F. Nydegger für die tatkräftige Unterstützung beim Erlernen des Umgangs mit dem Halfter und der Software.

Allen Tierpflegerinnen und Tierpflegern für die Haltung und Fütterung der Rinder.

Meinen Kolleginnen und Kollegen aus der Rindermedizin S. Frei, T. Tschoner und C. Brammertz sowie Herrn Dr. C. Gerspach, Oberarzt, für die Unterstützung während der ganzen Zeit.

Frau Dr. Sonka Krüger, Frau Dr. Maren Lesser und Frau Dr. Julia Ritz danke ich für die vielen humorvollen Momente und die bereichernden Gespräche.

Mein allergrösster Dank gilt meinen Eltern Miriam und Walter Trösch, da sie mich auf allen Schritten meines Lebens stets bedingungslos unterstützt und ermutigt haben.

Grosser Dank geht auch an meinen Bruder Thomas Trösch. Seine brüderliche Verbundenheit bedeutet mir sehr viel.

Meinem Freund Adrian Schweizer danke ich von ganzem Herzen für seine unermüdliche Unterstützung, seine Liebe und die motivierenden Gespräche. Er hat meine Probleme stets mit viel Geduld ertragen. Auch danke ich seinen Eltern Bea und Walter Schweizer.

Meinen besten Freundinnen Nicole und Ursina danke ich aus ganzem Herzen für die Freundschaft.

Ein grosses Dankeschön geht an Annelise Parpan und Rita Hitz für die Hilfe beim Auszählen der Kauschläge beim Wiederkauen.

Danke auch an die Studentin Laura Loi, die nächtelang mit mir zusammen Kühe beobachtet hat.

Mein besonderer Dank gilt auch an Herrn Alfred Erb und Herrn Hans Bernegger für das Überlassen der Kühe.

11. ANHANG

Anhang 1: Hämatologische Befunde bei 10 Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung

Parameter	$\bar{x} \pm s$	Schwankungsbreite	Medianwert	Referenzwert
Hämatokrit (%)	35.6 ± 5.01	25.0 – 43.0	35.0	30 – 35
Hämoglobin (g/dl)	11.6 ± 1.68	8.2 – 14.4	11.4	8.7 – 11.8
Erythrozyten ($10^6/\mu\text{l}$)	6.6 ± 0.99	4.5 – 8.05	6.7	4.9 – 6.9
Leukozyten ($10^3/\mu\text{l}$)	8.0 ± 4.26	3.9 – 15.3	6.2	5.0 – 10
Plasmaprotein (g/l)	75.3 ± 6.66	66.0 – 88.0	74.0	60 – 80
Fibrinogen (g/l)	4.1 ± 1.96	2.0 – 8.0	4.0	4 – 7

Anhang 2: Blutchemische Befunde bei 10 Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung

Parameter	$\bar{x} \pm s$	Schwankungsbreite	Medianwert	Referenzwert
Bilirubin ($\mu\text{mol/l}$)	12.4 ± 3.30	8.5 – 18.9	11.6	1.5 – 6.5
Harnstoff (mmol/l)	4.3 ± 1.59	1.9 – 6.7	4.3	2.4 – 6.5
ASAT (U/l)	221.4 ± 113.85	140 – 499	180	57 – 103
γ -GT (U/l)	49.7 ± 34.10	21 – 138	36.5	13 – 30
GLDH (U/l)	86.0 ± 50.30	28.9 – 176.7	77.5	4.0 – 25.0
SDH (U/l)	58.6 ± 28.78	34.0 – 134.0	51	4.0 – 7.6
CK (U/l)	643.5 ± 753.18	189 – 2591	320	70 – 169
Natrium (mmol/l)	146.5 ± 3.30	142 – 153	146	145 – 155
Kalium (mmol/l)	3.0 ± 0.37	2.6 – 3.7	3.0	4.0 – 5.0
Chlorid (mmol/l)	93.6 ± 5.50	85 – 102	93.5	95 – 105
Kalzium (mmol/l)	2.1 ± 0.21	1.81 – 2.51	2.1	2.3 – 2.6
Magnesium (mmol/l)	0.9 ± 0.12	0.62 – 1.0	0.9	0.8 – 1.0
Anorg. Phosphat (mmol/l)	1.1 ± 0.48	0.49 – 1.92	1.1	1.3 – 2.3

Anhang 3: Venöse Blutgasanalyse bei 10 Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung

Parameter	$\bar{x} \pm s$	Schwankungsbreite	Medianwert
pH Wert	7.5 ± 0.05	7.4 – 7.5	7.5
pCO ₂ (mmHg)	49.2 ± 7.40	38.2 – 59.5	47.4
pO ₂ (mmHg)	39.7 ± 5.50	33.8 – 48.1	38.4
HCO ₃ ⁻ (mmol/l)	32.4 ± 5.57	25.0 – 44.3	31.1
BE (mmol/l)	9.2 ± 5.61	1.1 – 20.7	7.9